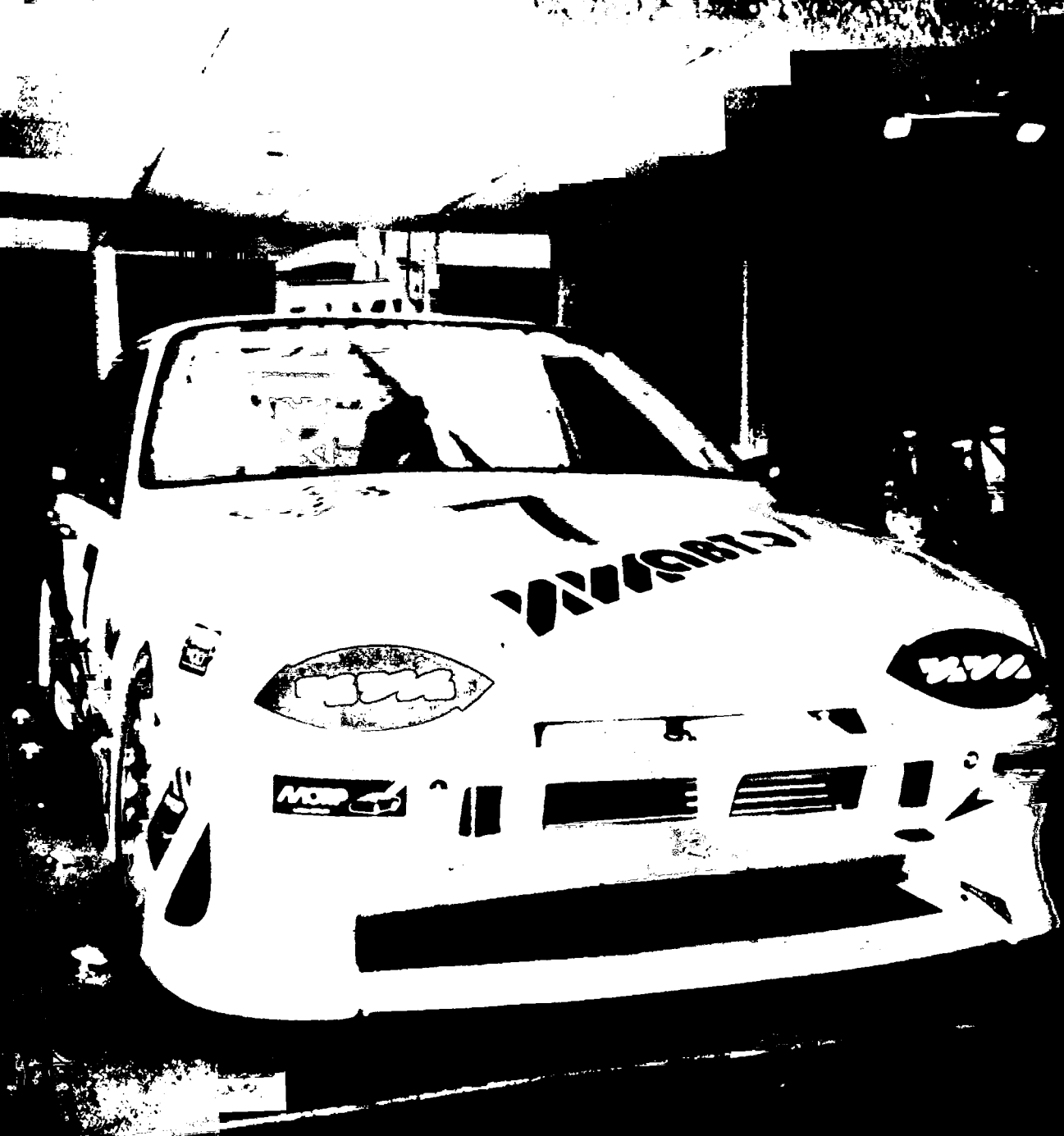


ISSN 0005-2337

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 9 • 2002



2002-10

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

**2-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
АВТОЗАПЧАСТЕЙ, ОБОРУДОВАНИЯ И АВТОСЕРВИСА**



АВТОТЕХЭКСПО АТЕХ

19-22.02/2003

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| АВТОСЕРВИС | ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ |
| АВТОЗАПЧАСТИ И | АВТОМОБИЛЬ И УСЛУГИ |
| СОПУТСТВУЮЩИЕ ТОВАРЫ | АВТОМОБИЛЬ |
| АВТОМОБИЛЬНОЕ СТЕКЛО | И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА |
| АВТОХИМИЯ | АВТОЗАПРАВочный КОМПЛЕКС |

Специализированные салоны:

- ЭКСПОШИНА**
- Всероссийский смотр мастеров автомотореставрации**
- PARKINGEXPO**
- CAR ELECTRONICS**
- МОТОРСПОРТШОУ**

Одновременно пройдут выставки ТРАНСПОРТНОГО ФОРУМА:

- **ПРОМТРАНС**
- **СИТИТРАНСЭКСПО**
- **ТРЕЙЛЕР**
- **АВТОФУРГОНЫ**
- **RAILTRANEX**

**Фотоконкурс
«Автошок»**
подробности на сайте

**Генеральный
информационный
спонсор:**

auto.ru
АВТОМОБИЛИ В РОССИИ

**Информационная
поддержка:**



**Auto
PARTS**



АВТОБЕИ

www.avtoteh.ru

Организаторы:

За рулем

СОКОЛЬНИКИ

**Телефон / факс: (095) 105-3442, 268-8208, 268-9584,
e-mail: aks@exposokol.ru, panina@exposokol.ru**

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 9 • сентябрь • 2002



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113/.115.061.5

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ В ПЕРВОМ ПОЛУГОДИИ 2002 г.

В.И. ПАШКОВ

ОАО "АСМ-холдинг"

В январе—июне текущего года производство автомобильной техники, если его рассматривать "в среднем", по сравнению с уровнем за соответствующий период 2001 г. несколько возросло. Однако в отношении типов этой техники, а тем более конкретных производителей картина получается более "пестрой".

Так, выпуск грузовых автомобилей практически сохранился на уровне прошлого года. Он составил всего 80 861 шт., или 100,1 %, к первому полугодью 2001 г.

Что касается структуры производства, то здесь продолжалась наметившаяся ранее тенденция: увеличение доли автомобилей грузоподъемностью до 3,5 т. Их изготовлено 71,7 % общего объема (в первом полугодии 2001 г. — 69,7). Доля же автомобилей грузоподъемностью от 3,8 до 7,5 т составила 15,24 % (в 2001 г. — 15,58), а грузоподъемностью более 8 т — 13,08 % (14,76). Но фактически весь прирост дало лишь одно предприятие — ГАЗ: общий — 10,7 %, где по ГАЗ-2752 — "Соболь" — 30,7 %, по ГАЗ-3302 — 10,1 %, ГАЗ-3307 и ГАЗ-3308 — 4,7. Кроме него только УАЗ увеличил выпуск грузовых АТС на 2,3 %. Все остальные автозаводы их производство существенно снизили. В частности, ЗИЛ — на 25,3 %, КамАЗ — на 14,5, УралАЗ на 5,6, "Ижмаш-авто" — на 6,3. На 4 % уменьшились и объемы продаж, причем большими оказались и остатки нереализованной продукции. Например, на КамАЗе и УАЗе они соизмеримы с месячным объемом производства. Правда, в июне 2002 г. в грузовом автомобиле-

строении наметился некоторый подъем: произведено автомобилей на 20,5 % больше, чем в мае.

Итоги работы в первом полугодии дают основание утверждать, что в 2002 г. общий выпуск данного типа АТС составит 170—175 тыс. шт.

Выпуск легковых автомобилей в первом полугодии 2002 г. достиг 510 743 ед., что на 2,8 % больше, чем в первом полугодии 2001 г. Однако сравнение "июнь—июнь" дает 5,6 %. Структура же производства за год практически не изменилась: доля особо малого класса составила 5,95 % (за шесть месяцев 2001 г. — 5,78), малого класса — 83,14 % (83,04), среднего — 10,91 % (11,18).

Основной производитель отечественных легковых автомобилей малого класса ВАЗ, выпустил их 375 906 шт., что на 0,9 % меньше, чем за шесть месяцев прошлого года. Но он изготовил 18 041 машинокомплектов автомобиля ВАЗ-2106 для "Ижмаш-авто", 19 216 комплектов — для "Рослады" и ~1 250 — для других сборочных заводов России. В итоге только на территории России выпуск автомобилей семейства ВАЗ превысит 800 тыс. шт. Собственное же производство ВАЗ все более переориентирует на автомобиль ВАЗ-2110 и его модификации: в общем выпуске они уже составили 31 %. При этом производство ВАЗ-2112 возросло на 38,4 %, ВАЗ-2111 — на 4,3. Почти на 20 % увеличен также выпуск мини-вэнов ВАЗ-2120, на 21,3 — ВАЗ-2115. План поставок автомобилей ВАЗ на экспорт в 2002 г. составляет 110 тыс. шт., в том числе 50 тыс. — в Западную Европу.

Продолжается наращивание производства автомобиля ВАЗ-1111 "Ока" на КамАЗе. Здесь за полугодие их изготовлено 19 361 шт., что на 6,2 % больше, чем в первом полугодии 2001 г. И на СеАЗе прирост про-

граммы составил 4,6 % (изготовлено 9 639 шт., в том числе 4 422 — в исполнении для инвалидов).

Рыночную нишу "Москвича" успешно осваивает ОАО "Ижмаш-авто": в первом полугодии выпуск автомобилей (с учетом ВАЗ-2106) здесь увеличился в 1,84 раза, а годовой выпуск при сохранении достигнутых темпов роста может составить 65—70 тыс. штук.

УАЗ увеличил выпуск легковых автомобилей на 3,8 % (их изготовлено 16 473 шт.). Правда, доля новых моделей, семейства УАЗ-3160, остается пока невысокой — менее 5 %.

Из предприятий, организовавших сборку автомобилей зарубежных фирм, нужно отметить ЗАО "Авто-тор", которое изготовило 2 829 шт. автомобилей фирм "Киа" и БМВ, что в 1,81 раза больше, чем в первом полугодии 2001 г.; ООО "ТагАЗ" выпустило 629 автомобилей, но это вдвое больше прошлогоднего; сборочный завод фирмы "Рено", ОАО "Автофрамос" собрал, по данным Госкомстата, всего четыре автомобиля (однако эти данные сомнительны: известно, что на предприятие почти ежедневно прибывают из-за границы несколько груженых трейлеров, доставляющих сборочные комплекты или почти готовые для продажи автомобили).

Крупное событие произошло в июле с.г.: состоялся официальный ввод в эксплуатацию завода по производству автомобилей фирмы "Форд" (г. Всевожск Ленинградской обл.), построенный исключительно на иностранный капитал (объем инвестиций — 150 млн. долл.) и рассчитанный на выпуск 25 тыс. автомобилей "Форд" (седанов, хэтчбеков, универсалов) в год (базовая модификация — "Форд Фокус", ее стоимость — 10900 долл., что на 2000—3000 долл. меньше стоимости автомобилей фирм "Шкода", "Рено", "Пежо", "Тойота").

Принимая во внимание низкую насыщенность российского рынка автомобилями особо малого класса по доступным для населения ценам, "АСМ-холдинг" разработал проект семейства легковых автомобилей такого класса и предложил его машиностроительным предприятиям Москвы и регионов России для реализации. В результате ЗИЛ уже начал подготовку к созданию в течение нескольких лет мощностей для выпуска 100 тыс. автомобилей этого класса. В реализации проекта предполагается участие БелАЗа и МеМЗ.

Очевидно, острым дефицитом на российском рынке доступных автомобилей особо малого класса объясняются также намерения ЗАО "Нижегородский автосборочный завод" организовать сборку автомобиля ЗАЗ-1102 из машинокомплектов АО "АвтоЗАЗ-Дэу". Предполагаемая мощность предприятия — 10—15 тыс. автомобилей в год. Проект сборки "Таврии" в обычном варианте и варианте для инвалидов намереваются осуществить на площадях тамбовского завода "Октябрь" (собрать до конца года ~2 тыс. шт.).

Продажи отечественных легковых автомобилей в 2002 г. на российском рынке несколько возросли, так что признаков затоваривания в настоящее время не наблюдается. Есть все основания предположить, что их выпуск составит ~1 020—1 030 тыс. шт.

В течение последних года и полугодия наиболее интенсивно развивалось автобусостроение. Например, за первое полугодие 2002 г. выпуск автобусов возрос, по

сравнению с соответствующим периодом 2001 г., в 1,33 раза. Основной причиной этого специалисты считают интеграцию автобусных заводов в холдинг "Руспромавто", что позволило за счет аккумуляирования ресурсов повысить качество, провести сертификацию продукции, разработать и освоить современные модели автобусов, рационализировать производство.

Лидером в производстве автобусов остается ГАЗ. Его "Соболи" и "ГАЗели" составляют 47,8 % всех автобусов, изготовленных в России за первое полугодие текущего года. Их выпущено 15 192 ед., что в 1,75 раза больше, чем в первом полугодии 2001 г.

Рост выпуска произошел и на других российских заводах. В частности, на ПАЗе он составил 5,1 %, в ОАО "Волжанин" — 26,5, "УАЗ" — 16,7, "ЛиАЗ" — 13,9, "Тушино-Авто" — 87,3, "Псков-Авто" — 46,3, "НефАЗ" — рост в 2,25 раза. И только "ЗИЛ" (на 57,1 %), "УралАЗ" (на 12,2), "КАвЗ" (на 41,7) и "ГолАЗ" (на 11,4) снизили объемы производства.

Многим еще памятли те времена, когда почти в каждом регионе страны замыслили строительство собственных автобусных заводов. Проекты, как показало время, в большинстве своем оказались несостоятельными. Перед Госкомстатом России сегодня отчитываются 14 таких предприятий — новых производителей автобусов. Лишь одно из них ОАО "Тушино-авто", имеет годовую программу выпуска автобусов более 1000 шт., четыре предприятия — 200—300, остальные — единицы. Тем не менее проекты малых автобусных заводов появляются и в наши дни. К примеру, фирма "Скания" открыла в С.-Петербурге завод по сборке 200 городских автобусов в год, АО "ЛАЗ" готовит проект сборки 400 автобусов ЛАЗ на двух российских авторемонтных заводах.

В то же время Ликинский автобусный завод, почти два года находившийся на подъеме, вновь начал испытывать трудности в связи с сокращением сбыта производимых им автобусов. К этому можно добавить сообщение о том, что руководители Москвы и Минска подписали соглашение на поставку в Москву автобусов белорусского производства: 400 готовых автобусов МАЗ, а также 100 автобусов РУП "Белкоммунмаш" и МАЗ — в виде машинокомплектов для сборки в "Тушино-авто". (Напомним, что МАЗ в 2001 г.; выпустил 429 автобусов, т. е. московский заказ обеспечил практически годовую загрузку автобусного завода МАЗ.)

Анализ показывает, что прошлогодний уровень выпуска автобусов в России (56 911 шт.) будет превзойден на 7—9 %.

Как видим, несмотря на некоторое превышение объемных показателей соответствующего периода 2001 г., большинство предприятий российского автопрома не выполняют намеченные на 2002 г. планы. Так, УАЗ в 2002 г. намечал выпустить 110 тыс. АТС, но уже в апреле снизил планку до 90 тыс., фактически же за первое полугодие 2002 г. выпустил 35 тыс. В целом предприятия грузового автомобилестроения выполнили свои намерения лишь на 82 %, производители легковых автомобилей — на 97,3 автобусов — на 94,8. Отсюда все более очевидной становится необходимость координации деятельности предприятий отрасли в де-

ле рационализации производства, снижения затрат, выработки общих защитных мер в связи с происходящим повышением цен на продукцию (услуги) естественных монополистов и монопольных производств. Именно это обстоятельство заставило руководителей "АвтоВАЗа", "КамАЗа", "Руспромавто", "Северсталь-авто" принять решение о создании совета генеральных директоров этих фирм, цель деятельности которого — содействие решению проблем российского автопрома, выработка форм взаимодействия с зарубежными фирмами, привлечение стратегических партнеров. Одним из основных направлений нового координационного органа будет, очевидно, участие в реализации мер новой "Концепции развития автомобильной промышленности России", принятие которой стало для автомотостроителей самым значительным событием последнего времени.

"Концепция" устанавливает для отечественных автомобилей поэтапный рост конкурентоспособности и удовлетворения требований по экологии: к 2004 г. — обеспечить нормы "Евро-2" и "Евро-3"; к 2008 г. — соответствие нормам "Евро-4"; к 2010 г. — перейти на электронное управление работой двигателя и автомобиля в целом. Она определяет, что достижение поставленных целей должно осуществляться в основном за счет средств собственной деятельности предприятий. Однако предусматриваются и меры государственной

поддержки, которая заключается в создании условий для ускоренного технического переоснащения предприятий отрасли. В число таких мер входят: включение важнейших работ в области автомобилестроения в федеральные целевые программы, а значит, их частичное бюджетное их финансирование; развитие системы финансового лизинга для автотранспортных средств общественного пользования; содействие в реализации инвестиционных проектов с участием зарубежных фирм; снижение ставок таможенных пошлин на технологическое оборудование и автокомпоненты, не производимые в России; закупка отечественной автомобильной техники для государственных нужд; повышение ввозных таможенных пошлин на автотехнику с большим сроком эксплуатации.

Главными результатами реализации "Концепции" называются следующие: создание интегрированной в мировое автомобилестроение конкурентоспособной отечественной автомобильной промышленности; удовлетворение растущего спроса на автомобили; повышение экспортного потенциала российского автопрома; увеличение налоговых поступлений от предприятий автомобилестроения в консолидированный бюджет и отчислений во внебюджетные фонды.

Конкретный план реализации "Концепции" должен быть разработан Минэкономразвития и Минпромнауки России к сентябрю 2002 г.

УДК 629.656:662.767

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОПЕРЕВОЗКАХ. ПРОЕКТ "ГОЛУБОЙ КОРИДОР"

Е.Н. ПРОНИН

Национальная газомоторная ассоциация

В современных условиях автомобильные перевозки стали одним из важнейших секторов экономики, а автомобиль — единственным транспортным средством, обеспечивающим доставку грузов по принципу "от двери до двери". Причем не только в национальном, но и трансевропейском и трансконтинентальном масштабах. И здесь, как и в любых международных делах, возникает ряд правовых, организационных и технических проблем. Поэтому для их решения в рамках ЕЭК ООН создан комитет по внутреннему (автомобильному, водному и железнодорожному) транспорту, регулярно проводится европейская конференция министров транспорта, организованы постоянно действующие рабочие группы и т. д., по инициативе которых с целью повышения качества транспортных услуг сформированы так называемые "международные транспортные коридоры". (Их еще называют "критскими", поскольку концепция МТК была принята на международной конференции, проходившей на о. Крит.) Таких коридоров в настоящее время 10. Это Таллин—Рига—Варшава/Калининград—Гданьск (МТК-1); Берлин—Варшава—Минск—Москва—Нижний Новгород (МТК-2); Берлин (Дрезден)—Вроцлав—Львов—Киев

(МТК-3); Берлин (Нюрнберг)—Прага—Будапешт—Констанца (Салоники)—Стамбул (МТК-4); Триест—Любляна—Будапешт—Братислава—Ужгород—Львов (МТК-5); Гданьск—Варшава—Жилина (МТК-6); Австрия, Венгрия, Югославия, Болгария, Румыния, Молдова, Украина (МТК-7, или Дунайский водный); Дуррес—Тирана—Скопье—София—Варна (МТК-8); Хельсинки—С.-Петербург—Москва—Витебск—Киев—Одесса—Кишинев—Пловдив—Бухарест—Александруполис (МТК-9); Зальцбург—Любляна—Загреб—Белград—Скопье—Салоники (МТК-10).

Значительную долю грузов по этим коридорам перевозит автомобильный транспорт. В связи с чем в 1999 г. фонд имени Вернадского предложил ОАО "Газпром" разработать международный проект по организации автомобильных перевозок, при реализации которого преимущественным моторным топливом должен быть природный газ. Данный проект получил название "Голубой коридор".

Предложения фонда были рассмотрены комитетом ЕЭК ООН по энергетике и по транспорту, Комиссией ООН по устойчивому развитию, Европейским деловым конгрессом, Европейской ассоциацией по использованию природного газа на транспорте и получили одобрение. В июне 2002 г. в Варшаве состоялось первое заседание международной рабочей группы ЕЭК ООН по реализации этого проекта. Основным международным координатором избран фонд имени Вернадского. Координатором проекта в странах СНГ стала Национальная газомоторная ассоциация (НГА).

Есть ли предпосылки для реализации проекта "Голубой коридор"? Есть, причем несколько.

Во-первых, природный газ позволяет снижать токсичность отработавших газов двигателей автотранспортных средств, а также выбросы углекислого газа — основной причины "парникового эффекта", который ведет к глобальным изменениям климата и уже начал проявляться во многих регионах Земли. Ведь 22 % выбросов этого газа, получаемых при сжигании ископаемых энергоносителей, приходится именно на долю автотранспорта. Что касается токсичных выбросов, то уровень загрязнения воздуха вдоль многих городских автотрасс России монооксидом углерода, например, сейчас достигает 3—5 ПДК, а оксидами азота — 15—25 ПДК. Более того, негативное влияние автотранспорта на окружающую среду наблюдается не только в населенных пунктах. В значительной степени ему подвержены территории, непосредственно прилегающие к автодорогам, прежде всего магистралям федерального значения, протяженность которых превышает 570 тыс. км. Ими и объектами дорожной инфраструктуры занято, кроме того, 88 тыс. га, полосой отвода — 250 тыс., придорожной полосой — более 1 млн. га, а зона негативного их влияния (с учетом загрязнения атмосферного воздуха, грунтовых вод и почвы) охватывает территорию площадью 14,6 млн. га.

Во-вторых, с октября 2000 г. ЕЭК ООН ввела новые экологические требования к автотранспортным средствам, "Евро-3", а с октября 2005 г. вводит нормы "Евро-4". Применение природного газа позволяет выполнить их с меньшими затратами и в более короткие сроки.

В-третьих, сегодня 99 % АТС работают на бензине или дизельном топливе. Топливная составляющая в себестоимости автомобильных перевозок на внутреннем рынке — 28—32 %, в себестоимости перевозок международных — 20—22 %. Причем эта доля продолжает увеличиваться, поскольку растут цены на нефть и топлива нефтяного происхождения, что, в конечном итоге, существенно сказывается как на потребителях товаров и услуг, так и на автоперевозчиках. Типичная реакция на складывающуюся обстановку — прокатившаяся во второй половине 2000 г. по Европе волна забастовок автоперевозчиков, протестовавших против повышения цен на нефтяные виды топлива. В то же время почти во всех странах Европы, включая Россию, цены на природный газ для автотранспорта значительно ниже и стабильнее цен на жидкое моторное топливо.

С декабря 1998 по декабрь 1999 г. розничные цены жидкого моторного топлива у нас выросли в среднем на 342 %, в 2000 г. продолжали увеличиваться, хотя и чуть медленнее, в 2001 г. — практически были постоянными, а с мая 2002 г. наблюдается интенсивный их рост. Это ведет к росту потребления сжиженного газа в качестве моторного топлива. И, к сожалению, росту цен на него (они увеличились втрое, так как сразу же начались перебои с его поставками на автомобильные газозаправочные станции).

В-четвертых, в большинстве европейских стран создана сеть газовых заправочных станций, причем число только станций заправки природным газом приближается к 900. К тому же за рубежом все большую попу-

лярность приобретают автомобильные газонаполнительные компрессорные установки индивидуального пользования: их уже насчитывается ~1,5 тыс.

В-пятых, ряд крупнейших европейских производителей автомобильной техники (фирмы "Мерседес", "Вольво", МАН, ИВЕКО, "Рено" и др.) освоили серийное производство газобаллонных автомобилей. И сейчас общий парк таких АТС равен 420 тыс. ед.

В декабре 2001 г. ЕЭК ООН приняла резолюцию, согласно которой к 2020 г. парк машин на природном газе должен достичь численности в 23,5 млн. ед. Другими словами, практически каждый четвертый автомобиль будет работать именно на этом виде топлива. Объем потребления газа составит 47 млн. м³.

В-шестых, поскольку контракты на международные автомобильные грузоперевозки подписываются, как правило, на год, значительная часть магистральных автопоездов "привязаны" к постоянному маршруту, а международные пассажирские автобусы — практически все. Это облегчает задачу организации их заправки газовым топливом.

В-седьмых, в Европе на уровне правительств и фирм-перевозчиков сложилась система международного взаимодействия и координации деятельности автотранспорта. То есть существует механизм, который можно весьма эффективно использовать для согласования технических, организационных и юридических вопросов, возникающих при внедрении на международных трассах нового моторного топлива — природного газа.

В-восьмых, в России уже есть транспортные фирмы, которые готовы принять участие в пилотном проекте, чтобы на практике отработать вопросы использования природного газа при выполнении международных перевозок. Более того, Россия, в силу своего географического положения, среди европейских стран, пожалуй, наиболее готова к практической реализации проекта "Голубой коридор". Уже хотя бы потому, что по ее территории проходят три из 10 международных транспортных коридоров (№ 1, 2 и 9), один из которых, МТК-2 (Берлин—Варшава—Минск—Москва—Нижний Новгород), по оценке сотрудников комитета по внутреннему транспорту ЕЭК ООН, в настоящее время наиболее развит и привлекателен: его общая протяженность составляет ~2300 км, а с учетом обратного рейса — ~4000 км. То есть по протяженности он очень близок к тем 3—4 тыс. км, которые у автомобильных перевозчиков считаются наиболее рентабельными. Подтверждает это и фактическая интенсивность движения автотранспорта по МТК-2: она составляет 250 тыс. автомобилей в год, объем перевозимых грузов достигает 5 млн. т, что равно ~35 % общего объема внешнеторговых грузов России.

Российский участок МТК-2 имеет протяженность 440 км, на нем действуют 40 автозаправочных станций, но газонаполнительные компрессорные есть пока только в Москве и Смоленске; на белорусском участке — 27 автозаправочных станций, газонаполнительные — только в Минске, Кобрине и Бресте. Таким образом, соотношение 67 : 5. Чтобы газобаллонные автомобили стали постоянной составляющей транспортного потока, на МТК-2 требуется, очевидно, органи-

зовать дополнительные точки заправки природным газом.

Очень перспективным представляется и МТК-9 (Хельсинки—С.-Петербург—Москва—Витебск—Киев—Одесса—Кишинев—Пловдив—Бухарест—Александруполис). Причем с географической точки зрения С.-Петербург может стать естественным связующим звеном между МТК-9 и МТК-1 (Таллин—Рига—Варшава—Калининград—Гданьск): это ведь "ганзейский путь".

Международные транспортные коридоры № 2 и 9 позволяют организовать через территорию России трансконтинентальные перевозки в широтном (север—юг) и меридиональном (восток—запад) направлениях и связать Западную Европу со странами Азии, вовлечь в сферу международных коридоров государства Кавказа, Передней и Средней Азии, Монголию, Китай. Очевидно, что долгосрочные выгоды от этого проекта значительно превысят затраты на него.

Перевод части автотранспорта, выполняющего перевозки по международным транспортным коридорам, не только повлечет за собой дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры, но и улучшит (через "малую газификацию", развитие автомобиле- и двигателестроения, систем связи, сферы услуг и т. д.) социально-экономические условия районов, непосредственно прилегающих к "голубым коридорам".

Следует подчеркнуть также, что проект "Голубой коридор" подразумевает не какую-то конкретную трассу от точки "А" до точки "Б", а общий подход, концепцию применения природного газа при международных перевозках. При этом число таких конкретных коридоров или их участков может быть значительным.

Все сказанное в теоретическом плане возражений не вызывает. Кроме одного: есть ли в коридорах экономический смысл именно для России? Ответ на него однозначен: есть. Потому что удельный вес российских перевозчиков в Европе с 1998 по 2000 г. вырос с 27 до 40 %, общее число рейсов, выполненных ими в страны-участницы европейской конференции министров транспорта, достигло почти 60 тыс., тогда как число рейсов зарубежных автоперевозчиков в Россию составило только 22 тыс. И это даже при том, что российский парк автопоездов международного класса значительно меньше нужного, который, по расчетам, должен составить 30—35 тыс. ед.

Международные перевозки приносят существенный доход и транспортным фирмам, и бюджету. Так, дизельный магистральный автопоезд с полуприцепом стоит сейчас от 110 до 170 тыс. амер. долл., а при покупке в лизинг с четырехлетней полной оплатой — на 20 % дороже. Приносимый им доход равен 60—80 тыс. в год. При годовом пробеге, равном 120—140 тыс. км, затраты на дизельное топливо составляют 36—43 тыс. амер. долл. Таким образом, чистая прибыль составляет 24—37 тыс. долл. в год, значит, автопоезд даже в самом худшем случае окупается за семь лет, а в лучшем — за три года.

Изготовление газового автомобиля-тягача в заводских условиях обходится на 30—70 тыс. долл. дороже, чем тягача дизельного, но природный газ дешевле дизельного топлива на ~30 %. То есть прибавка в себе-

стоимости изготовления компенсируется в течение одного года. Если еще принять во внимание, что ресурс автопоезда составляет 1—1,2 млн. км пробега, то ясно, что переход на природный газ — дело выгодное. Особенно если сеть газовых заправок будет не меньше той, которая нужна для реализации задач проекта "Голубой коридор".

Как уже упоминалось, основа сети уже сложилась. Например, в Италии действуют 357 станций общего пользования, европейской части России — 208, Германии — 189, во Франции — 60, в Украине — 87, Белоруссии — 24, Нидерландах — 8, Великобритании — 13, Чехии — 8, Дании — 10 и т. д. На участках ряда МТК потребуются организовать еще всего несколько точек заправки автотранспорта природным газом.

Есть и некоторые другие задачи, которые необходимо решить уже в ближайшем будущем, поскольку проект "Голубой коридор" переходит из стадии идеи в стадию практического освоения. Основные из этих задач следующие.

1. Определить наиболее перспективные, с точки зрения реализации пилотных проектов, участки международных транспортных коридоров (степень их готовности и необходимость развития).

2. Привлечь российские и зарубежные органы государственной и региональной власти к участию в проекте с целью предоставления ему режима наибольшего благоприятствования.

3. Включить в эту работу производителей комплектного оборудования (автомобилей, топливного оборудования, баллонов, заправочной техники).

4. Организовать сотрудничество с фирмами, занимающимися реализацией нефтяных видов топлива.

5. Разработать модельное технико-экономическое обоснование и ТЭО по каждому конкретному "голубому коридору" и определить источники финансирования.

6. Собрать предложения по социально-экономическому развитию районов, прилегающих к "голубому коридору".

7. Закупить (создать) газодизельные (на первом этапе) и газовые автопоезда и провести их эксплуатационные испытания.

8. Изменить действующие и разработать новые нормативные документы, регламентирующие международные перевозки на АТС, работающих на природном газе.

Еще об одной насущной задаче следует сказать отдельно. В России отсутствует производство магистральных тягачей, но есть прототип газодизельного двигателя — ЯМЗ-238Г; в Белоруссии есть производство тягачей, но нет газодизельного или газового двигателя. Поэтому одной из ближайших перспектив в рамках и российско-белорусского сотрудничества, и проекта "Голубой коридор" нужно считать совместное создание магистрального тягача, работающего на природном газе. На первом этапе речь должна идти о создании газодизельной модификации, далее — чисто газовой. Главными участниками проекта могут и должны стать Минский автозавод и Ярославский моторный завод, работающие в рамках совместной программы, аналогичной программе "Развитие дизельного автомобилестроения".

**Производство
автомобилей,
автобусов,
троллейбусов
и сборочных
комплектов
предприятиями
России, Украины
и Белоруссии**

Предприятие-изготовитель	Объем выпуска, шт.					
	Июнь 2002	Июнь 2001	Прирост, %	Январь — июнь 2002	Январь — июнь 2001	Прирост, %
<i>Автомобили грузовые и шасси</i>						
ЗИЛ	939	1 685	-44,3	6 476	8 670	-25,3
УАМЗ (г. Новоуральск)	101	107	-5,6	226	637	-64,5
ГАЗ	8 370	5 105	+64,0	46 005	41 553	+10,7
КамАЗ	1 788	1 616	+10,6	8 671	10 029	-13,5
УралАЗ, АЗ "Урал"	770	715	+7,7	4 136	4 381	-5,6
ИВЕКО-УралАЗ	3	8	-62,5	55	39	+41,0
УАЗ	981	1 136	-13,6	8 290	8 103	+2,3
"Ижмаш-Авто"	1 060	1 168	-9,2	5 557	5 931	-6,3
"ВАЗинтерсервис"	263	277	-5,1	1 413	1 350	+4,7
БЗКТ	2	3	-43,3	17	34	-50,0
"Русич-КЗКТ"	4	—	—	15	1	—
*НефАЗ	107	147	-27,2	810	668	+21,3
*САЗ	90	76	+18,4	385	452	-14,8
*"Метровагонмаш" (г. Мытищи)	99	210	-52,9	696	602	+15,6
*"Завод криогенного машино- строения" (Тверская обл.)	30	25	+20,0	130	90	+44,4
Другие предприятия РФ	2	2	0	2	8	-75,0
КраАЗ	108	302	-64,2	587	1 117	-47,4
ЛуАЗ	—	1	—	—	58	—
МАЗ	1 201	1 245	-3,5	7 774	7 249	+7,2
БелАЗ	59	68	-13,2	387	451	-14,2
МоАЗ	13	14	-7,1	62	85	-27,1
<i>Автомобили легковые</i>						
ГАЗ	7 623	5 526	+37,9	36 730	37 180	-1,2
УАЗ	1 606	2 816	-43,0	16 473	15 871	+3,8
ВАЗ, в том числе:	63 494	62 017	+2,4	372 614	375 906	-0,9
в основном производстве	61 723	61 043	+1,1	363 367	369 685	-1,7
в опытном производстве	1 771	983	+80,0	9 247	6 221	+48,6
СеАЗ	1 539	1 550	-0,7	9 639	9 217	+4,6
КамАЗ	3 200	3 150	+0,16	19 361	18 237	+6,2
"Ижмаш-Авто", в том числе:	5 185	3 435	+50,9	31 970	17 336	+84,4
"Иж-21261" (универсал)	1	—	—	1	—	—
ВАЗ-2106	2 279	—	—	18 041	—	—
"Рослада" (Самарская обл.)	3 674	3 361	+9,3	19 216	18 990	+1,2
"Москвич"	—	19	—	—	325	—
"Завод имени Баранова" (г. Омск)	3	9	-66,7	19	33	-42,4
ПСА "Бронто"	23	54	-57,4	484	678	-28,6
"Супер-Авто" (г. Самара)	35	60	-41,7	295	275	+7,3
"Лада-Тул" (Самарская обл.)	31	147	-78,9	480	661	-27,4
"АвтоТор"	571	251	+127,5	2 829	1 562	+81,1
ТагАЗ (г. Таганрог)	236	204	+15,7	629	331	+90,0
"Автофрамос"	—	—	—	4	—	—
"АвтоАЗ-Дэу", в том числе:	2 587	2 018	+28,2	9 782	4 540	+115,5
ЗАЗ	2 098	1 870	+12,2	6 662	3 276	+103,4
Дэу	360	148	+143,2	2 027	904	+124,2
"Мерседес-Бенц"	8	—	—	12	—	—
ЛуАЗ	—	—	—	2	—	—
<i>Автобусы</i>						
ЗИЛ	7	14	-50,0	60	131	-54,2
ГАЗ	2 340	2 043	+14,5	15 192	8 684	+74,9
УАЗ	1 110	1 294	-14,2	8 939	7 660	+16,7
ЛиАЗ	88	104	-15,4	777	682	+13,9
ПАЗ	840	831	+1,1	4 838	4 604	+5,1
ГолАЗ	3	1	+200,0	34	29	+17,2
*КАВЗ	89	95	-6,3	385	660	-41,7
*"Вика лтд"	4	4	0	39	30	+30,0
УралАЗ, АЗ "Урал"	30	46	-34,8	187	213	-12,2
НефАЗ	47	26	+80,8	275	122	+125,4
ВАП "Волжанин"	25	19	+31,6	124	98	+26,5
"Тушино-Авто"	67	28	+139,3	517	276	+87,3
МАРЗ (г. Мичуринск)	29	24	+20,8	173	179	-13,4
*"Псков-Авто"	4	11	-69,3	120	82	+46,3
*"Семар" (Нижегородская обл.)	11	34	-67,6	97	360	-73,9
Другие предприятия РФ	6	8	-25,0	42	50	-16,0
ЛАЗ	9	79	-88,6	212	254	-16,5
МАЗ	41	20	+105,0	238	230	+3,5
<i>Троллейбусы</i>						
"Тролза"	33	46	-28,3	146	177	-17,5
Другие предприятия РФ	4	9	-55,6	83	60	+38,3
МАЗ	2	—	—	3	—	—
<i>Автосборочные комплекты</i>						
ГАЗ	677	319	+112,2	2 700	4 008	-32,6
УАЗ	2	—	—	19	10	+90,0
* На шасси производства других отечественных автозаводов						

На заседании совета директоров ОАО "Автомобильный завод "Урал", собравшегося в Москве в преддверии 58 годовщины выпуска первого уральского автомобиля, обсуждены итоги работы завода за первое полугодие 2002 г. и ее перспективы на второе. Отмечено следующее: "Урал" работает стабильно, без срывов производственной программы; производительность труда возросла на 25 %; темпы сборки с 37 шт. за смену (в 2001 г.) увеличились до 48 шт. и к концу текущего года достигнут (по плану) 52 шт.; среднемесячная зарплата работников значительно выше отраслевой — 4,5 тыс. руб.; на социальные выплаты направлены 4,1 млн. руб. Во втором полугодии выпуск продукции составит 5952 автомобиля, из них 40 % предназначены на экспорт.

Специалисты ярославской фирмы "МарКон" создали безынерционный натурный стенд (БИНС-1) для испытаний дисковых и барабанных тормозных колодок транспортных средств категорий М₁, М₂, N₁, O₁, O₂ и L по методике, предусмотренной Правилами № 90 ЕЭК ООН (приложение № 8). БИНС-1 позволяет оценивать фрикционные свойства накладок, сравнивать величины тормозных моментов испытываемых и эталонных колодок. Кроме

того с его помощью можно определить зависимость коэффициента трения от температуры и давления в приводе, а также стабильность и восстанавливаемость фрикционных свойств накладок, их износостойкость в разных температурных условиях.

Фирма "Инфопром" — крупнейший партнер ОАО "КамАЗ", занимающийся реализацией автомобильной техники — отметила свое десятилетие. Именно малое предприятие "Инфопром менеджмент", созданное при участии специалистов КамАЗа, стало первым официальным дистрибьютером автозавода. За эти годы фирма превратилась, по существу, в автомобильный холдинг. Сегодня "Инфопром групп" включает пять подразделений: "Региональный центр грузовой техники" (оптовые и розничные продажи грузовых и специальных автомобилей и прицепного состава к ним, в том числе техники, бывшей в употреблении; рассрочка, лизинг, кредит; доставка техники покупателю в любую точку земного шара), "Региональный технический центр "КамАЗ" (предпродажная подготовка, гарантийный и текущий ремонт, капитальный ремонт автомобилей, агрегатов и узлов), "Региональный центр запасных частей" (поставки всего ассортимента

запасных частей к КамАЗам; организация дилерской сети в центральном регионе России), "Московский торговый дом "Ока" (региональные склады автомобилей и запасных частей; организация дилерской сети ОАО "ЗМА" в центральном регионе; поставки автомобилей органам социальной защиты; гарантийные и послегарантийные техническое обслуживание и ремонт), "Автокомбинат № 2" (автомобильные перевозки).

Последнее подразделение вошло в холдинг сравнительно недавно: после дефолта автокомбинат оказался на грани банкротства, на нем было введено внешнее управление, а управляющей компанией стал "Инфопром". Теперь предприятие вновь дееспособно и работает по своему профилю, занимаясь междугородными перевозками, доставкой разнообразных строительных, любых негабаритных и различных сыпучих грузов по Москве и Московской области. Кроме того, на территории автокомбината собственно и располагается теперь "Инфопром групп", а на базе его мастерских работает "Региональный технический центр". Здесь же размещена постоянно действующая выставка-продажа техники ОАО "КамАЗ", а с недавнего времени в ее ассортименте появились также автобусы НефАЗ и автомобили ГАЗ.

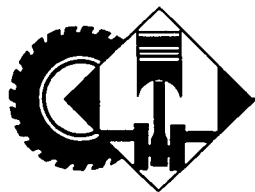
16 – 19 октября
Ростов-на-Дону
ТВЦ «Роствертол»

ВТОРАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ВЫСТАВКА
ЮГТРАНСЭКСПО 2002

ЮГТРАНСЭКСПО 2002

344007, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Московская, 63
 Тел./факс: (8632) 441857, 622883
 E-mail: expotour@fiber.ru • Http://www.expo.rsd.ru

КАВКАЗ АССОЦИАЦИЯ
 КОМЕРС-РОССИЙСКИЙ ДИСПОЗИЦИОН



КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.114.4

ЧЕТЫРЕХОСНЫЕ АВТОМОБИЛИ "УРАЛ"

В.В. ДМИТРИЕВ

ОАО "Автомобильный завод "Урал"

Задача увеличения проходимости (точнее, снижения удельного давления на опорную поверхность) решается, как известно, за счет увеличения либо типа-размера применяемых шин, либо числа осей полноприводного автотранспортного средства. По первому из этих направлений пошли в свое время Кременчугский и Минский автозаводы (семейства автомобилей КраЗ-260 и МАЗ-6317 с широкопрофильными шинами размерности соответственно 1300 × 530-533 и 1350 × 550-533, выдерживающими нагрузку не менее 4 т). Но у данного направления есть один весьма существенный недостаток: ширина автомобиля получается больше тех 2500 мм, которые установлены дорожным законодательством. Что заставляет транспортные организации выполнять некоторые дополнительные мероприятия, удорожающие эксплуатацию АТС. Поэтому перед конструкторскими службами Уральского автозавода в середине 1960-х годов была поставлена задача создать полноприводный автомобиль, по грузоподъемности близкий к автомобилям КраЗ и МАЗ, т. е. 9–10 т, но — на основе четырехосной схемы.

Первый опытный образец такого автомобиля, созданный в 1972 г., — "Урал-395". Он, в соответствии с заданием, во многом был унифицирован с другими отечественными автомобилями этого класса. На первых его опытных образцах устанавливали опытный же десятицилиндровый V-образный дизель ЯМЗ-741, который проектировался для автомобилей КамАЗ;

несколько позднее — восьмицилиндровый наддувный V-образный КамАЗ-740.3 мощностью 190 кВт (260 л. с.). Кроме того, на нем применили и КамАЗовскую кабину.

В итоге получили "Урал-5323" (рис. 1), который в начале 1990-х годов выпускали малыми сериями и активно эксплуатировали в районах со слаборазвитой дорожной сетью. Но случившийся на КамАЗе пожар практически остановил выпуск этого неплохо себя зарекомендовавшего автомобиля, заставил разработать новую его модификацию — с наддувным дизелем ЯМЗ-238Б (мощность 220 кВт, или 300 л. с.) и восьмиступенчатой коробкой передач ЯМЗ-238М.

Установка ярославского двигателя улучшила тягово-динамические и эксплуатационные параметры автомобиля. Например, стало возможным эксплуатировать его в составе автопоезда с прицепом грузоподъемностью до 12 т на дорогах всех типов и в условиях бездорожья. Кроме того, собственная грузоподъемность бортовой модификации возросла до 10 т, а в варианте шасси — до 11.

К сожалению, события начала и середины 1990-х годов, когда резко снизились финансовые возможности основного заказчика, Вооруженных Сил, наладить крупносерийное изготовление этого автомобиля не позволили: в период 1994–1997 гг. оно свелось, по существу, к выпуску малых серий по так называемым "обходным" технологиям.

В 1994 г. было создано совместное предприятие "ИВЕКО-УралАЗ", которое в 1996 г. закупило в Италии штамповую оснастку, а в Германии — сварочное оборудование, предназначенное для серийного производства бескапотных кабин, разработанных фирмой ИВЕКО для автомобилей семейства "Урал-Траккер". Кабина нашла применение и на автомобилях 8 × 8 семейства "Урал-532301" (рис. 2): первый опытный образец был изготовлен силами экспериментально-исследовательского производства в 1995 г.; в 1997 г. заложена первая опытно-промышленная партия. В 2000 г., когда завод наладил собственное производство комплектующих для бескапотной кабины, что значительно удешевило ее и сделало тем самым автомобиль приемлемым для российских потребителей по цене, началось мелкосерийное производство модификаций "Урала-532301". Несколько позднее автозавод разработал и наладил производство и длинной бескапотной кабины, оборудованной спальным местом. В результате с начала 2002 г. четырехосные автомобили уже собирают на главном конвейере завода.

В данное семейство входят (см. таблицу): бортовые "Урал-532301" (базовая модель) и "Урал-532302" (рис. 3), предназначенные для перевозки грузов массой до 10 т и способные работать в составе автопоезда полной массой до 34 т; автомобильные шасси "Урал-532341" и



Рис. 1. Автомобиль многоцелевого назначения "Урал-5323" с двигателем "КамАЗ-740.3"

"Урал-532342" (с короткой и длинной кабинами соответственно), которые можно использовать для установки различного оборудования массой до 11 т (монтажная длина рамы — 5315 мм, высота — 1200 мм), а также для буксировки прицепных систем по дорогам всех типов и бездорожью (полная масса автопоезда — также до 34 т); специализированные длиннобазные автомобильные шасси "Урал-532361" (рис. 4) и "Урал-532362" (модификация с длинной кабиной), на которые можно монтировать различное оборудование массой до 15 т (монтажная длина рамы — 5990 мм); седельные тягачи "Урал-542301" (рис. 5) и "Урал-542302", способные буксировать специальные полуприцепы с нагрузкой на седельно-сцепное устройство до 10 т, которые в настоящее время работают с полуприцепом-шасси многоцелевого назначения ЧМЗАП-93867 (грузоподъемность 22,2 т).

Все автомобили семейства могут эксплуатироваться при безгаражном хранении, температурах окружающего воздуха от 223 до 323 К (от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$), в том числе в районах, расположенных на высоте до 4000 м над уровнем моря. По своим узлам и агрегатам они унифицированы с основными серийными автомобилями завода, "Урал-4320", причем степень унифика-



Рис. 2. Автомобиль "Урал-532301" с двигателем "ЯМЗ-238Б"

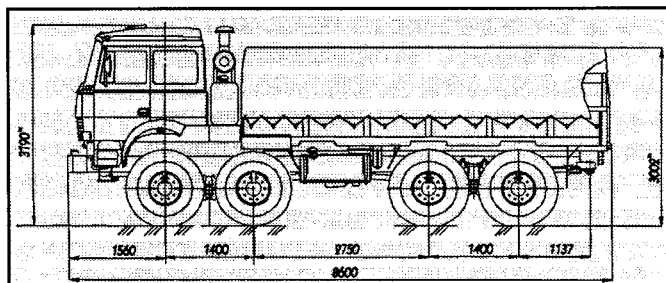


Рис. 3. Автомобиль "Урал-532302" с кабиной со спальным местом

Параметр	"Урал-532301", "Урал-532302"	"Урал-532341", "Урал-532342"	"Урал-532361", "Урал-532362"	"Урал-542301", "Урал-542302"	"Урал-542362"
Тип АТС	Бортовой автомобиль	Шасси	Длиннобазное шасси	Седельный тягач	Седельный тягач
Масса автомобиля:					
снаряженная, в том числе	11850	10650	10870	11370	11415
на переднюю тележку	8050	7825	7960	8290	8123
на заднюю тележку	3800	2835	2910	3080	3292
полная, в том числе	22050	22300	26100	39570	43500
на переднюю тележку	10100	10000	10100	9850	9425
на заднюю тележку	11950	12300	16000	11725	15875
Грузоподъемность (нагрузка на седло), кг	10000	11000	15000	10000	14000
Полная масса прицепа (полуприцепа), кг	12000	12000	12000	28000	32000
Максимальная скорость, км/ч:					
автомобиля	85	85	80	80	80
автопоезда	80	80	80	80	80
Время разгона автомобиля до скорости 60 км/ч, с	30	30	48	85	120
Контрольный расход топлива при скорости 60 км/ч, л/100 км:					
автомобиля	40	40	43	—	—
автопоезда	73	73	75	80	85
Габаритные размеры, мм:					
длина	8600	8320	9025	7855	7975
ширина	2500	2500	2500	2500	2500
высота	3200	3200	3200	3200	3200
База, мм	1400+2750+1400	1400+2750+1400	1400+3450+1400	1400+2750+1400	1400+2750+1400
Колея, мм	2000	2000	2040	2000	2010
Радиус поворота, м:					
по оси внешнего колеса	13	13	14	13	13
габаритный	15	15	16	15	15
Угол въезда/съезда (под нагрузкой), град	38/26	38/26	38/26	38/73	31/59
Максимальный преодолеваемый подъем, %	58	58	46	23	23
Глубина преодолеваемого брода, м	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

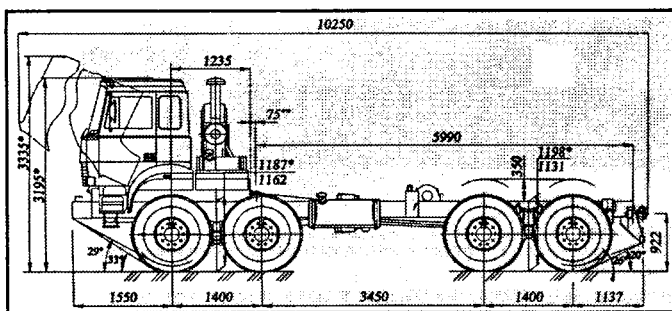


Рис. 4. Специальное длинноразное шасси "Урал-532361"

ции достигает 75 %, что намного упрощает их ремонт и техническое обслуживание.

Как уже упоминалось, автомобили данного семейства оснащаются высоконадежным турбонаддувным дизелем ЯМЗ-238Б. Однако сейчас, когда резко возросли требования к экологической чистоте АТС, завод проводит и фактически заканчивает работы по переходу на силовые агрегаты, соответствующие нормам "Евро-2".

Трансмиссия автомобилей семейства "Урал-532301" — механическая, с восьмиступенчатой коробкой передач ЯМЗ-238М и двухступенчатой усиленной раздаточной коробкой собственной, УралАЗовской, конструкции. Их параметры позволяют автомобилю в составе автопоезда устойчиво двигаться со скоростью от 5 до 90 км/ч по дорогам любой категории. Предусмотрена возможность установки коробки отбора мощности (на коробке передач) и коробки дополнительного отбора мощности (на раздаточной коробке).

Задние мосты установлены на балансирующей, зависимой, полностью унифицированной с трехосными автомобилями "Урал" и ранее на них отработанной балансирующей подвеске. В подвеске передних мостов также применена балансирующая связь. Она конструктивно несколько сложнее, чем раздельная рессорная подвеска большинства четырехосных автомобилей (например, автомобилей семейств КамаЗ-6350 и МЗКТ-6515), но зато обеспечивает более равномерную нагрузку на грунт, оптимальную передачу усилий на раму при переезде крупных неровностей, имеет больший ход при движении по бездорожью, лучше приспосабливается к неровностям грунта, дает устойчивость движения на любых скоростях по дорогам всех типов.



Рис. 5. Седельный тягач "Урал-542301"

Рама, в отличие от традиционного профиля лонжеронов трехосных автомобилей "Урал", выполнена из профиля постоянной высоты. При этом на автомобилях и шасси полной массой 22 т усилители установлены только в зоне балансирующих тележек, а на автомобилях полной массой 26 т лонжероны рамы имеют сплошной усилитель. Левый и правый лонжероны связаны между собой трубчатыми поперечинами.

Такая конструкция обеспечивает исключительно надежную работу рамы в любых условиях, в том числе при переезде рвов шириной до 1,2 м и преодолении вертикальных стенок высотой до 0,55 м.

Автомобили обладают рядом уникальных потребительских свойств.

Так, вместимость их топливных баков может достигать, в зависимости от модификации, 720 л, что позволяет автопоезду передвигаться без дозаправки на расстояние до 1200 км; надежная, опробованная ранее на автомобилях семейства "Урал-4320" система предпускового подогрева дизеля обеспечивает пуск последнего даже на "полюсе холода", в Верхоянске; четыре ведущих моста увеличенной грузоподъемности, из которых два передних — управляемые, делают автомобили достаточно маневренными в любых дорожных условиях, а также в условиях полного бездорожья; хорошую проходимость модификациям грузоподъемностью 22 т придают отлично себя зарекомендовавшие за десятилетия работы на автомобилях "Урал" шины ОИ-25 размерности 14.00-20 с регулируемым давлением (проходимость станет еще лучше, когда начнется массовый выпуск радиальных шин "Кама-Урал" увеличенной грузоподъемности), а модификациям грузоподъемностью 26 т — радиальные шины "Кама-1260" размерности 425/85R21; оригинальная, с раздельным управлением передней и задней тележек, система регулирования давления воздуха в шинах в пределах 0,1—0,54 МПа (1—5,4 кгс/см²) тоже существенно увеличивает проходимость автомобиля на грунтах с низкой несущей способностью, поскольку позволяет водителю гибко реагировать на изменения как дорожных условий, так и степени загрузки автомобиля. Гидравлический усилитель двухстороннего действия в рулевом управлении, привод тормозов и сцепления с пневматическими усилителями обеспечивают водителю комфортные условия при управлении автомобилем.

Тому же немало способствуют просторная кабина, оптимальное размещение органов управления, легко читаемая панель приборов, отопитель, подрессоренные регулируемые сиденья водителя и пассажира, современные материалы, гидравлический привод опрокидывания и угол опрокидывания кабины до 60°.

Все модификации автомобилей по желанию заказчика могут, как сказано выше, комплектоваться короткой кабиной без спального места и длинной — со спальным местом. Но что особенно важно для потребителей, использующих шасси под комплектацию спецтехники и под установку оборудования, так это возможность применения различных типов кабин без изменения монтажных свойств шасси.

По заказу потребителей все автомобили можно комплектовать традиционной для уральских вездехо-

дов надежной лебедкой с тяговым усилием 67—88 кН (7—9 тс) и рабочей длиной троса до 60 м.

У автомобилей семейства "Урал-5323", кроме перечисленного, сохранено все положительное, что было традиционным для продукции УралАЗа, — надежность и простота в эксплуатации, удобство монтажа оборудования на шасси, широкие возможности по отбору мощности, высокие проходимость и степень унификации в семействах.

Тем не менее на автозаводе, что тоже традиционно, в настоящее время идет работа по улучшению свойств четырехосных автомобилей "Урал", созданию новых модификаций.

Так, в 2001 г. по заказу транспортных организаций ОАО "Сургутнефтегаз" изготовлены образцы седельного тягача "Урал-542362" повышенной грузоподъемности (см. таблицу), который будет использоваться с полуприцепом ЧМЗАП-93853; по требованиям других потребителей создаются новые конструкции дополнительных коробок отбора мощности, позволяющих долю этого отбора повысить с 10 % на коробке передач и 40 % от раздаточной коробки, характерных для базовой модификации шасси "Урал-532341" и "Урал-532361", до 100 %.

Очень многое делается на заводе по освоению в российском производстве деталей кабин и их оборудования, замене на отечественные всех импортных комплектующих.

Главный упор, как видим, автозавод делает сейчас на принцип "выпускать то, что нужно конкретному потребителю". То есть он начал работать по законам рынка. Например, в соответствии с требованиями войск связи, ракетных войск изготавливает шасси многоцелевого назначения "Урал-532341" и его модификации полной массой 22 т, имеющие максимальную проходимость, устанавливая на них и кузова-контей-



Рис. 6. Автомобиль "Урал-532301" на чемпионате Европы по трактор-триалу

неры, и кузова-фургоны, а по требованиям промышленности — в виде балластных тягачей.

По тому же принципу исполняются специализированные шасси-пontonовозы "Урал-532361" и модификации полной массой 26 т, предназначенные для инженерных войск, а также для нефтегазового комплекса (например, для монтажа смесительной установки УСУ 6-30, вакуумной машины АВМ-12 с цистерной объемом 12 м³, автокрана КС-45721, цистерны для перевозки горючесмазочных материалов и т. п.).

В заключение следует отметить, что техника автозавода неплохо выглядит и среди западных ее аналогов. Скажем, в 2001 г. команда УралАЗа, впервые выступив на автомобиле "Урал-5323" в грузовом трактор-триале (рис. 6), где участвовали опытейшие команды фирм МАН и "Татра", заняла второе место, а в 2002 г. по итогам двух этапов — первое. Что же касается "рядовой" эксплуатации, то здесь новые четырехосные "Уралы", по отзывам потребителей, — вне конкуренции. Особенно в условиях Сибири и Крайнего Севера.

УДК 621.436

ПАРАМЕТРЫ ДИЗЕЛЯ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

Канд. техн. наук. Е.В. КУЗНЕЦОВ

Могилевский ГТУ

Доказано: несмотря на многолетний опыт проектирования, производства и эксплуатации, дизели имеют значительные резервы для их совершенствования. Например, КПД самых лучших из них не превышает 50 %, тогда как теория утверждает, что он может быть значительно выше.

Такое "несовершенство" дизелей во многом объясняется несовершенством методик выбора их параметров механизмов и систем. Скажем, нагрузки, действующие в деталях кривошипно-шатунного механизма, до сих пор определяют на основе термодинамического анализа рабочего цикла и методики В. И. Гриневецкого, разработанной в самом начале XX века и лишь несколько усовершенствованной впоследствии, но со-

хранившей необходимость значительных объемов экспериментальных исследований и доводки дизеля и, главное, позволяющей выполнять лишь частные, а не всеобъемлющие его усовершенствования. Поэтому сейчас специалисты все чаще обращаются к математическим моделям — инструменту, который дает возможность рассматривать сколь угодно большое число сочетаний параметров дизеля и выбирать из них наилучшие.

Именно по этому пути пошли в Могилевском ГТУ.

Здесь используют две математические модели — рабочего цикла дизеля (см. "АП", 2000, № 6) и кинематики и динамики его кривошипно-шатунного механизма. Причем последняя представляет собой не приближенную, как в классической методике, а точную зависимость перемещения x_n поршня от угла φ_n поворота коленчатого вала (формула № 1 в табл. 1).

После дифференцирования этой зависимости, очевидно, получаются формулы № 2 и 3 — соответственно для подсчета скорости и ускорения поршня.

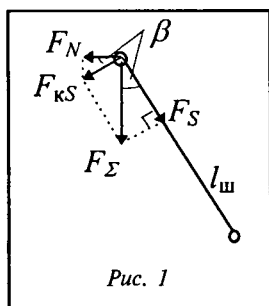


Рис. 1

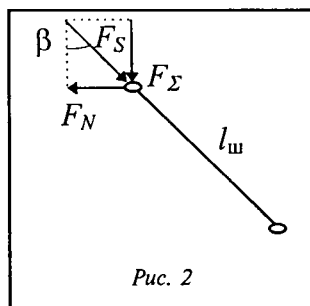


Рис. 2

Суммарная сила F_{Σ} , действующая на поршень, равна сумме двух сил: силы давления газов на его днище (F_r) и силы F_j инерции поступательно движущихся масс m_{Π} механизма. Эту силу, в свою очередь, можно разложить (рис. 1) на очень важные с точки зрения работы механизма составляющие — осевую F_s , сжимающую или растягивающую шатун, и боковую F_N , с которой поршень воздействует на стенку цилиндра. Первая из них подсчитывается по формуле № 4, вторая — по формуле № 5.

Из рисунка, кроме того, видно, что при разложении силы F_{Σ} появляется ее составляющая F_{KS} , направленная перпендикулярно оси шатуна, т. е. поворачивающая его относительно оси нижней головки.

На рис. 2 приведена "классическая" динамическая модель для определения сил в поршне и шатуне. В отношении силы F_{Σ} можно сказать то же самое, что и по рис. 1. Но при разложении этой силы в случае горизонтального положения шатуна, т. е. когда длина шатуна равна радиусу кривошипа, получается, что и сила F_s , и сила F_N равны бесконечности, хотя очевидно, что в этом положении они равны нулю. Другими словами, "классический" подход в данном случае противоречит здравому смыслу (физике).

Сила F_{js} инерции шатуна включает два слагаемых — первое (F_{jsx}) от его поступательного движения, второе ($F_{js\beta}$) — от вращения. Она подсчитывается по формуле № 6.

Для правильной оценки нагрузок в КШМ и КПД двигателя необходимо учесть силы трения в каждой трущейся паре. В "классической" теории ДВС это делается по приближенным эмпирическим зависимостям для потерь Δp_i среднего индикаторного давления цикла, но лучше считать по силе $F_{\text{тр п}}$ трения поршня о стенку цилиндра (расчетная формула № 7). Технология такова.

Зная на предыдущем $i-1$ шаге анализа цикла силы $F_{\text{тр п}}$, на следующем (i -м) шаге корректируют суммарную силу, действующую на поршень. То есть с помощью метода рекурсии получают значение силы $F_{\Sigma i}$, прижимающей шатун к поршневому пальцу. Оно подсчитывается по формуле № 8.

Силу трения в верхней головке шатуна $F_{\text{тр ш п}}$, которая направлена перпендикулярно силе F_{Σ} , определяют по формуле, аналогичной формуле № 7, но со своими параметрами. Она действует по той же оси, что и сила F_N . Поэтому, получив на предыдущем шаге силу трения в верхней головке шатуна, на следующем шаге нужно скорректировать F_N и F_s .

Силы трения в шатунном ($F_{\text{тр к ш}}$) и коренных ($F_{\text{тр к к}}$) подшипниках коленчатого вала направлены, по аналогии с $F_{\text{тр ш п}}$, перпендикулярно действующим в парах трения силам давления, т. е. против движения. Кроме того, под влиянием центробежной силы инерции шатуна $F_{\text{ц с}}$ в шатунном подшипнике коленчатого вала выделяют еще одну составляющую силы трения — $F_{\text{тр ц с}}$. При этом значение каждого коэффициента f

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$x_{\Pi} = R \left[(1 - \cos \varphi_{\text{д}}) + \frac{1 - \sqrt{1 - \lambda_{\text{ш}}^2 \sin^2 \varphi_{\text{д}}}}{\lambda_{\text{ш}}} \right]$	R — радиус кривошипа; $\lambda_{\text{ш}} = R/l_{\text{ш}}$ — коэффициент длины шатуна; $l_{\text{ш}}$ — длина шатуна
2	$\dot{x}_{\Pi} = \omega R \left(\sin \varphi_{\text{д}} + \frac{\sin \varphi_{\text{д}} \cos \varphi_{\text{д}}}{\sqrt{1 - \lambda_{\text{ш}}^2 \sin^2 \varphi_{\text{д}}}} \right)$	ω — угловая скорость коленчатого вала
3	$\ddot{x}_{\Pi} = \omega^2 R \left(\cos \varphi_{\text{д}} + \frac{\lambda_{\text{ш}} \cos^2 \varphi_{\text{д}}}{\sqrt{1 - \lambda_{\text{ш}}^2 \sin^2 \varphi_{\text{д}}}} + \frac{\lambda_{\text{ш}}^3 \sin^2 \varphi_{\text{д}} \cos^2 \varphi_{\text{д}}}{(1 - \lambda_{\text{ш}}^2 \sin^2 \varphi_{\text{д}})^{3/2}} \right)$	—
4	$F_s = F_{\Sigma} \sqrt{1 - \lambda_{\text{ш}}^2 \sin^2 \varphi_{\text{д}}}$	—
5	$F_N = F_{\Sigma} \lambda_{\text{ш}} \sin \varphi_{\text{д}} \sqrt{1 - \lambda_{\text{ш}}^2 \sin^2 \varphi_{\text{д}}}$	—
6	$F_{js} = F_{jsx} + F_{js\beta} = -(m_s \ddot{x}_{\Pi} + J_s \ddot{\beta} / l_{\text{ш}})$	m_s — масса шатуна; J_s — момент инерции шатуна
7	$F_{\text{тр п}} = \text{sign}(\dot{x}_{\Pi}) f_{\Pi} (F_N + F_{\text{Нст}})$	$\text{sign}(\dot{x})$ — функция знака скорости поршня; f_{Π} — коэффициент трения поршня о стенку цилиндра; $F_{\text{Нст}}$ — статическая сила, прижимающая поршневые кольца к стенке цилиндра
8	$F_{\Sigma i} = F_{ri} + F_{j\pi i} - F_{\text{тр п } i-1}$	—

трения определяется с помощью кривой Герси-Штрибека по критерию Зоммерфельда.

Зная силы трения в подшипниках коленчатого вала, уточняют радиальную (F_r) и окружную (F_t) силы, действующие на кривошип. В результате схему сил в КШМ можно представить так, как на рис. 3.

На рис. 4. приведены расчетные графики изменения коэффициента трения в паре "поршень—цилиндр" (кривая 1) и сил трения в той же паре (кривая 2) и в подшипниках шатуна (кривая 3) дизеля "Камминз КТТА 19-С".

Из рисунка видно, что, во-первых, коэффициент трения в паре "поршень—цилиндр" изменяется по довольно сложному закону, соответствующему рабочим тактам; во-вторых, потери на трение в подшипниках шатуна существенно превышают потери на трение поршня о цилиндр. Поэтому совершенно логично сделать вывод: от подшипников скольжения коленчатого вала нужно переходить на подшипники качения.

Адекватность данной модели подтверждена сравнением расчетных с экспериментальными данными, полученными при испытаниях двигателей Д-240, Д-245, Д-245.3, ЯМЗ-236, ЯМЗ-845.1, "Камминз КТТА 19-С": те и другие данные расходятся не более чем на 2 %. Следовательно, ее не только можно, но и нужно использовать при проектировании новых дизелей. Как конкретно, рассмотрим на примере четырехтактного безнаддувного четырехцилиндрового рядного дизеля с неразделенной камерой сгорания, двумя впускными и одним выпускным клапанами на цилиндр.

Качество факторов варьирования принимаем: x_1 — диаметр D цилиндра; x_2 — ход S поршня; x_3 — длину $l_{ш}$ шатуна; x_4 и x_5 — максимальные ходы впускного (h_1) и выпускного (h_2) клапанов; x_6 — длина l_1 впускной трубы; x_7 — угол $\theta_{тн}$ начала подачи топлива; x_8 — продолжительность $\Delta\theta_t$ подачи топлива по углу п. к. в.; x_9 — угол $\phi_{1к}$ конца закрытия впускного клапана; x_{10} — угловая скорость ω_d коленчатого вала. В качестве показателей для оценки дизеля: y_1 — коэффициент η_v наполнения; y_2 — максимальное давление p_z цикла; y_3 — среднее индикаторное давление p_i в цилиндре; y_4 — интенсивность $dp/d\phi$ роста давления в цилиндре; y_5 — максимальная температура T_{max} цикла; y_6 — средний эффективный крутящий момент M_e ; y_7 — коэффициент динамичности крутящего момента на коленчатом валу ($k_d = M_{max}/M_e$); y_8 — удельный расход g_e топлива; y_9 — максимальная боковая сила F_N поршня; y_{10} — КПД двигателя; y_{11} — время τ_1 задержки воспламенения (период индукции); y_{12} — максимальная скорость v_r реакции горения топлива.

Первый из оценочных показателей η_v , как известно, позволяет в комплексе оценить совершенство системы впуска; максимальное давление p_z цикла и интенсивность $dp/d\phi$ роста давления при горении напрямую влияют на прочность, жесткость, долговечность деталей КШМ и шум двигателя; максимальная темпе-

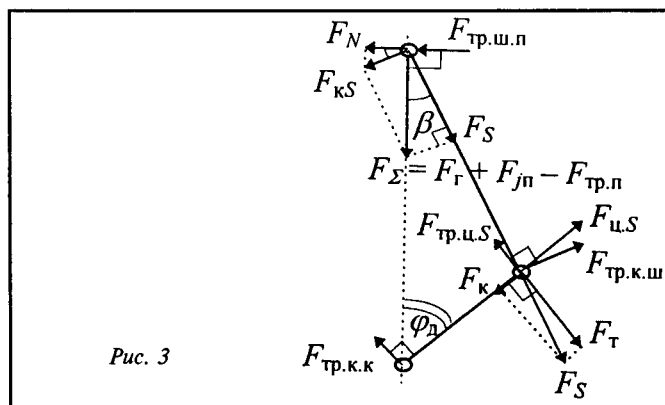


Рис. 3

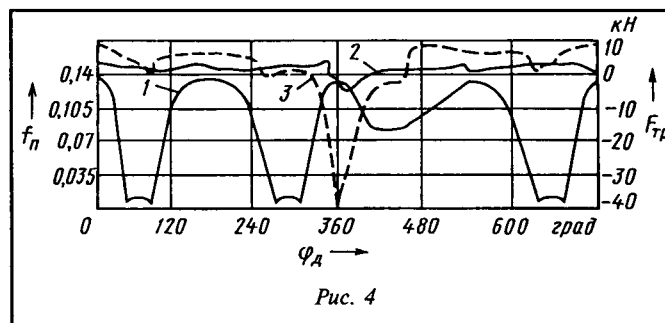


Рис. 4

ратура T_{max} определяет тепловую напряженность деталей камеры сгорания и позволяет оценить токсичность отработавших газов по таким компонентам, как сажа и оксиды азота; M_e — интегральный показатель для оценки области использования двигателя; k_d оценивает динамическую нагруженность коленчатого вала, трансмиссии и ходовой системы самоходной машины, т. е. совместно с p_z и $dp/d\phi$ позволяет прогнозировать материалоемкость и долговечность дизеля и всей машины, боковая сила F_N поршня — оценить потери на трение в двигателе и его долговечность; среднее индикаторное давление p_i так же, как и КПД, представляет собой интегральную оценку экономичности двигателя, т. е. показывает совершенство всех его рабочих процессов; период τ_i индукции и максимальная скорость v_r реакции характеризуют качество процесса сгорания.

При исследованиях коэффициент α избытка воздуха принимался постоянным для всех опытов и равным 1,6; степень сжатия — 17,5; масса поступательно движущихся деталей одного цилиндра — 5 кг; диаметры клапанов $d_1 = d_2 = D/2,36$; фазы газораспределения: $\phi_{1н} = \phi_{2к} = 10$ град п. к. в.; $\phi_{2н} = 40$ град п. к. в. Результаты по всем опытам приведены в табл. 2. На их основе построены регрессионные модели, т. е. зависимости каждой принятой функции от каждого фактора вида $y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_j^2$, где y_i — оцениваемая i -я функция; b_0 , b_1 и b_2 — коэффициенты регрессии; x_j — j -й фактор варьирования.

Корреляционный анализ этих данных показал, что минимальный коэффициент парной линейной корреляции при числе опытов, равном 31, составляет 0,55.

№ опыта	Факторы			Функции отклика											
	x_1	...	x_{10}	η_v	p_z	p_i	$dp/d\phi$	T_{\max}	M_e	k_d	g_e	F_N	η	τ_i	v_r
1	0	0	0	1,05	9,2	0,77	30,2	1760	1604	4,2	258	29,3	0,33	1,53	181
2	+1	0	0	1,55	11,6	1,25	27,3	1482	1232	17,9	999	95,7	0,08	1,28	322
3	-0,6	0	0	0,82	8,4	0,59	42,9	1944	816	4,0	196	8,7	0,43	1,70	127
4	-1	0	0	0,70	7,9	0,50	65,3	2044	396	7,3	175	6,7	0,48	1,82	99
5	0	...	0	0,98	7,0	0,66	19,2	1488	1349	6,2	432	26,2	0,20	1,65	161
6	0		0	1,12	11,6	0,89	45,0	1933	1479	4,1	210	33,4	0,40	1,44	197
7	0		0	1,21	14,0	1,01	64,9	2040	1258	4,0	190	35,6	0,45	1,36	195
8	0	0	0	0,98	8,7	0,75	27,4	1767	1570	4,0	248	22,9	0,34	1,52	165
9	0	0	0	1,13	9,8	0,80	33,8	1755	1610	4,5	276	37,7	0,31	1,54	202
10	0	0	0	1,20	10,2	0,80	37,4	1736	1491	5,1	317	46,1	0,27	1,58	220
11	0	0	0	1,28	12,0	0,98	39,4	1827	2030	4,5	248	39,7	0,34	1,40	241
12	0	0	0	0,92	7,7	0,66	25,0	1716	1361	4,0	266	23,6	0,32	1,62	148
13	0	0	0	0,83	6,6	0,58	21,7	1677	1195	3,8	275	19,6	0,31	1,70	126
14	0	0	0	1,05	9,2	0,76	30,2	1760	1679	4,0	247	29,3	0,34	1,53	181
15	0	0	0	1,05	9,2	0,79	30,2	1760	1439	4,7	288	29,3	0,29	1,53	181
16	0	0	0	1,05	9,2	0,80	30,2	1760	1335	5,1	310	29,3	0,27	1,53	181
17	0	0	0	1,03	9,0	0,76	29,6	1757	1576	4,2	259	28,7	0,33	1,54	177
18	0	0	0	1,06	9,4	0,79	30,8	1767	1635	4,2	257	30,1	0,33	1,52	185
19	0	0	0	1,08	9,5	0,80	31,3	1770	1658	4,2	256	30,6	0,33	1,51	188
20	0	0	0	1,05	9,5	0,79	34,2	1782	1621	4,2	256	30,1	0,33	2,31	181
21	0	0	0	1,05	8,1	0,74	21,4	1703	1530	4,2	271	27,0	0,31	1,22	167
22	0	0	0	1,05	7,2	0,71	15,1	1649	1443	4,1	287	24,4	0,30	1,08	154
23	0	0	0	1,05	8,3	0,75	21,0	1708	1538	4,2	269	27,3	0,32	1,53	149
24	0	0	0	1,05	9,2	0,77	33,1	1760	1602	4,2	259	29,4	0,33	1,53	181
25	0	0	0	1,05	9,2	0,77	33,2	1761	1601	4,2	259	29,4	0,33	1,53	181
26	0	0	0	1,32	12,5	1,02	41,5	1833	2122	4,5	247	41,7	0,34	1,38	255
27	0	0	0	0,91	7,5	0,65	24,8	1710	1341	4,0	268	23,1	0,32	1,63	145
28	0	0	0	0,83	6,5	0,57	21,5	1610	1179	3,8	277	19,3	0,31	1,70	124
29	0	0	+1	0,95	5,2	0,61	13,4	1360	710	10,3	530	19,3	0,16	1,59	137
30	0	0	-0,6	1,10	12,0	0,87	39,5	1963	2002	4,5	216	40,5	0,39	1,51	183
31	0	0	-1	1,07	13,1	0,89	43,0	2065	2061	4,6	206	43,4	0,41	1,53	138

Так, линейная статистическая связь между коэффициентом η_v наполнения, максимальным p_z и средним индикаторным p_i давлениями в цилиндре, боковой силой F_N поршня и максимальной скоростью v_r реакции сгорания топлива подчиняется следующим зависимостям: $p_z = -0,17 + 9,02\eta_v$, $p_i = -0,175 + 0,906\eta_v$, $F_N = -57,4 + 84,1\eta_v$ и $v_r = 92,77 + 256,31\eta_v$.

С максимальным давлением цикла линейно коррелируют и среднее индикаторное давление, и интенсивность $dp/d\phi$ нарастания давления, и максимальная температура T_{\max} , и средний эффективный крутящий момент M_e , и максимальная боковая сила F_N поршня, и максимальная скорость v_r реакции: $p_e = 0,205 + 0,061p_z$, $dp/d\phi = -3,445 + 3,849p_z$, $T_{\max} = 1318 + 47,8p_z$, $M_e = 496,2 + 104,3p_z$, $F_N = -10,0 + 4,4p_z$ и $v_r = 55,0 + 13,0p_z$.

Со средним индикаторным давлением коррелируют, и тоже линейно, боковая сила поршня и максимальная скорость реакции:

$$F_N = -36,8 + 87,2p_i, \quad v_r = -22,3 + 256,0p_i.$$

С интенсивностью $dp/d\phi$ роста давления существенную статистическую связь имеют максимальная темпе-

ратура рабочего тела и КПД: $T_{\max} = 1403 + 11,0dp/d\phi$; $\eta = 0,173 + 0,005dp/d\phi$.

С самой же температурой T_{\max} рабочего тела коррелируют удельный эффективный расход g_e топлива и КПД дизеля: $g_e = 1411,8 - 0,635T_{\max}$; $\eta = -0,474 + 0,0005T_{\max}$. Причем, как видим, с увеличением максимальной температуры рабочего тела, как следует из законов термодинамики, удельный расход топлива снижается, а КПД растет.

С коэффициентом динамичности крутящего момента k_d статистически связаны удельный расход g_e топлива, боковая сила F_N поршня и КПД дизеля: $g_e = 35,4 + 50,7k_d$, $F_N = 12,9 + 3,56k_d$, $\eta = 0,419 - 0,019k_d$. Откуда следует: при увеличении динамической нагруженности КШМ растут g_e и F_N , а η падает. Это связано с увеличением сил трения.

С удельным расходом статистически связаны боковая сила F_N поршня и КПД дизеля: $F_N = 10,2 + 0,07g_e$, $\eta = 0,455 - 0,0005g_e$.

Максимальное значение боковой силы F_N поршня линейно коррелирует с максимальной скоростью v_r реакции сгорания топлива, причем чем больше F_N , тем больше v_r , и наоборот: $v_r = 99,0 + 2,51F_N$.

Анализ табл. 2 позволяет утверждать также, что на коэффициент η_v наполнения цилиндра свежим зарядом наибольшее влияние оказывает диаметр цилиндра (фактор x_1): чем больше этот диаметр, тем больше коэффициент наполнения.

Следующие по значимости факторы — это угол $\varphi_{1к}$ закрытия (фактор x_9) и максимальный ход h_1 (фактор x_4) впускного клапана. Причина — рост инерционного наддува и уменьшение аэродинамических потерь при впуске.

При увеличении длины $l_{ш}$ шатуна (фактор x_3) и хода S поршня (фактор x_2) коэффициент наполнения, наоборот, несколько снижается.

При изменении угловой скорости коленчатого вала (фактор x_{10}) при каждом сочетании фаз газораспределения имеет место экстремум (максимум) коэффициента η_v наполнения (для нормированных эксплуатационных — ≈ 140 рад/с).

Остальные рассматриваемые факторы, в том числе длина l_1 впускной трубы (фактор x_6), на коэффициент наполнения для принятых интервалов варьирования практически не влияют.

Наибольшее влияние на максимальное давление p_z в цилиндре оказывает угловая скорость ω_d коленчатого вала и ход S поршня. Причем при увеличении того и другого p_z уменьшается, что можно объяснить ограниченностью максимальной скорости горения топлива и наличием периода индукции. Прямо пропорционально на p_z влияют $\varphi_{1к}$, h_1 , $\theta_{тн}$ и D . Однако это влияние существенно меньше, чем ω_d и S .

Среднее индикаторное давление p_i сильно зависит от D , $\varphi_{1к}$, h_1 : с их ростом p_i растет, а при увеличении S и ω_d оно, наоборот, уменьшается.

На интенсивность $dp/d\varphi$ роста давления сильнее всего влияют D и S , причем эта зависимость имеет экстремум (минимум).

При увеличении $\varphi_{1к}$ закрытия впускного клапана (фактор x_9) и его хода h_1 , т. е. увеличении коэффициента η_0 наполнения, а также угла начала подачи топлива (фактор x_7), интенсивность роста давления увеличивается, а при увеличении ω_d и $l_{ш}$ — несколько уменьшается.

Максимальная температура (T_{\max}) рабочего тела возрастает при увеличении угла $\theta_{тн}$ начала подачи топлива и угла $\varphi_{1к}$, а при увеличении D , S и ω_d она уменьшается. Наибольшее влияние на T_{\max} оказывают ω_d , D и S .

Средний эффективный крутящий момент M_e двигателя возрастает при увеличении $\varphi_{1к}$, h_1 , h_2 и уменьшении ω_d . В наибольшей степени M_e зависит от ω_d . Причем D и S в своих интервалах варьирования имеют экстремум (максимум) по M_e . Это связано со значительными цикловыми подачами топлива при увеличении D и S , а также с ограниченными значениями максимальных скоростей его сгорания. В результате для

номинальной угловой скорости $\omega_d = 200$ рад/с, при которой варьировались диаметр цилиндра и ход поршня, при увеличении D и S наблюдалось снижение эффективных показателей, в частности, M_e . Отсюда можно сделать вывод, что форсирование крупноразмерных дизелей по угловой скорости невозможно. То есть с ростом рабочего объема цилиндра дизеля следует уменьшать номинальную угловую скорость коленчатого вала. Что, кстати, и имеет место на серийных дизелях. Но к этому выводу специалисты предприятий пришли в результате длительных натурных исследований.

Существенное влияние на коэффициент k_d динамичности крутящего момента M_e коленчатого вала оказывают три фактора, которые в порядке убывания значимости можно расположить следующим образом: D , ω_d и S . Минимального значения k_d достигает при $\bar{D} \approx -0,3$; $\bar{S} \approx -0,8$ и $\bar{\omega}_d \approx -0,6$. Поэтому для снижения динамической нагруженности двигателя можно рекомендовать короткоходный КШМ с отношением хода поршня к диаметру цилиндра, равным $\sim 1/2$.

На удельный расход g_e топлива влияют те же факторы, что и на коэффициент динамичности. И их влияние примерно такое же.

Для уменьшения боковой силы F_N поршня необходимо уменьшать влияние трех последних факторов значительно меньше, чем трех первых.

Наибольшее отрицательное влияние на КПД дизеля оказывает увеличение D , S и ω_d . Это связано, как уже отмечалось, с ограниченностью максимальных скоростей сгорания топлива и наличием периода индукции при больших цикловых подачах и скоростных режимах, на которых велись исследования. Количественно в значительно меньшей степени, но в прямо противоположную сторону влияют на КПД h_2 , h_1 и $l_{ш}$.

Период τ_i задержки воспламенения уменьшается при росте D , $\varphi_{1к}$ и h_1 , при уменьшении S и $\theta_{тн}$ (в последнем случае особенно сильно), что связано с абсолютными значениями давления и температуры рабочего тела в цилиндре в момент начала подачи топлива.

Максимальная скорость v_r реакции сгорания топлива в наибольшей степени зависит от D , $\varphi_{1к}$ и h_1 , т. е. от степени наполнения цилиндра, а также от $\theta_{тн}$ и ω_d (в двух последних случаях зависимость имеет максимум при $\theta_{тн} = 20$ град п. к. в. и $\omega_d = 200$ рад/с).

При увеличении продолжительности подачи топлива $\Delta\theta_r$ (фактор x_8) v_r уменьшается, что снижает эффективные показатели дизеля. Поэтому для их улучшения необходимо интенсифицировать подачу топлива и — в пределах — стремиться подавать все топливо в цилиндр за период τ_i индукции. Это будет способствовать не только увеличению КПД дизеля, но и снижению токсичности его отработавших газов, в частности, по саже.

При увеличении длины шатуна максимальная скорость реакции сгорания несколько снижается.

УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СНИЖЕНИЕ ШУМА ВЫХЛОПА ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДВС

Д-р техн. наук Б.П. РУДОЙ,
кандидаты техн. наук Ю.Р. ВАХИТОВ и Р.Д. ЕНИКЕЕВ

Уфимский ГАТУ, ОАО "НТЦ "ЭкоМотор"

Модернизация двигателя до уровня перспективных требований часто затруднена необходимостью сохранить неизменными его основные системы, узлы и агрегаты (такие, как корпус, КШМ, ГРМ, система питания и их элементы). Поэтому конструкторы стараются найти решения, которые позволяют улучшить эффективные показатели двигателя без серьезных перекомпоновок конструкции и изменений в производстве.

Все сказанное в полной мере относится и к системам выпуска отработавших газов при модернизации ДВС с целью снизить шум выхлопа до норм, зафиксированных в Правилах ЕЭК ООН. Однако теоретически хорошо обоснованных способов борьбы с шумом пока нет. В итоге дело модернизации выпускной системы сводится к экспериментальной ее доводке, что и долго, и дорого.

В УГАТУ решили удешевить доводку, перейдя на расчетно-экспериментальные методы, т. е. методы, при которых все работы ведутся на математических моделях, а результаты моделирования подвергаются экспериментальной проверке.

В качестве объекта исследований был взят двигатель УЗАМ (автомобиль "ИЖ-2126") с настроенной системой выпуска отработавших газов, т. е. включающей (рис. 1): выпускной коллектор из четырех, отдельных для каждого цилиндра, патрубков одинаковой длины и диаметра, которые оптимизированы по критериям минимального количества остаточных газов в цилиндрах и минимальной амплитуды колебаний давления на выходе из глушителя; малоразмерный ресивер, объем которого выбран таким, чтобы работа одного цилиндра не влияла на работу всех других, а амплитуды колебаний давления в ресивере были минимальны; два или несколько трубопроводов разной длины, чья задача — обеспечить равномерное поступление отработавших газов в глушитель при частоте вращения коленчатого вала двигателя, соответствующей условиям испытаний на шумность; глушитель выпуска, представляющий собой ресивер, разделенный на несколько камер, которые соединены между собой патрубками с плавными входами.

Выбор параметров выпускной системы и расчет характеристик двигателя проводили с помощью системы имитационного моделирования "Альбея", разработанной на кафедре "Двигатели внутреннего сгорания". При этом рассматривали три комплектации двигателя УЗАМ: с серийными выпускным коллектором и приемной трубой (вариант брутто); с серийной системой выпуска (вариант нетто); с рассмотренной выше опытной системой выпуска (вариант нетто).

Расчетные внешние скоростные характеристики двигателей в этих комплектациях приведены на рис. 2; расчетное снижение уровня шума выпуска двигателя с опытной системой выпуска, по сравнению с серийной системой выпуска при работе по данной характеристике, — на рис. 3 (кривая 1). Из рисунков видно: мощностные и экономические показатели двигателя с опытной системой улучшаются на 5–8 %, а шум выпуска на эксплуатационных частотах вращения коленчатого вала снижается на 8–10 дБА. Кроме того, численный анализ показал, что величина противодавления до 30 кПа (0,3 кгс/см²) в выпускной системе при

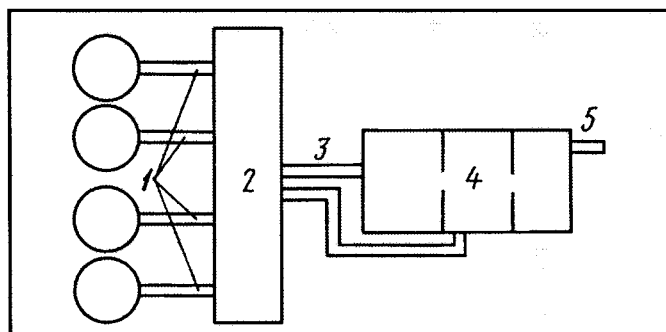


Рис. 1. Схема опытной выпускной системы:

1 — выпускной коллектор; 2 — ресивер; 3 — выпускные трубопроводы; 4 — глушитель; 5 — выпускной патрубок глушителя

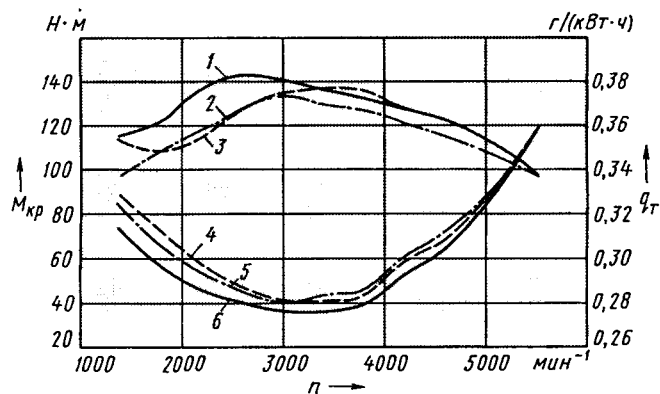


Рис. 2. Расчетные внешние скоростные характеристики двигателя:

1 и 6 — комплектация нетто с опытной системой выпуска; 2 и 5 — комплектация нетто с серийной системой выпуска; 3 и 4 — комплектация брутто серийная

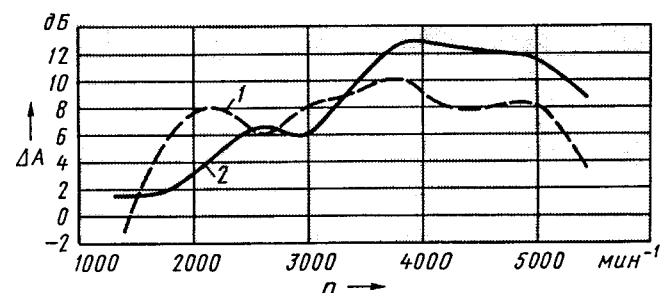


Рис. 3. Снижение уровня шума выпуска двигателя с опытной системой выпуска по сравнению с серийной системой:

1 — расчет; 2 — эксперимент

согласовании всех элементов газозвукового тракта на эффективные показатели двигателя влияния не оказывает.

Таким образом, принятая концепция двигателя с настроенным выпускным трактом в сочетании с уменьшением пульсаций давления в ресивере и глушителе вполне надежно решает задачу снижения уровня газодинамического шума двигателя до уровня перспективных требований. Причем при улучшении показателей его эффективности.

По результатам расчета специалисты УГАТУ разработали и изготовили опытные образцы настроенной системы выпуска (рис. 4), которые затем подвергли испытаниям на стенде. Результаты испытаний подтвердили (рис. 5), что расчетные, т. е. полученные на математической модели, данные очень незначительно расходятся с данными эксперимента: по скоростной характеристике — не более чем на 6 %, по уровню газодинамического шума — на 4,5 дБА.

Опытную систему проверили по Правилам № 51 ЕЭК ООН и на автомобиле. Установлено, что она снижает, по сравнению с серийной системой, его внешний суммарный шум на 1,5 дБА. При этом установлено также, что внешний шум автомобиля определяется главным образом уровнем механической составляющей (шум кузова, двигателя и других агрегатов): измеренная на расстоянии 7,5 м от оси автомобиля, она на 5—7 дБА превышает уровень шума выпуска.

В университете исследовали и еще одну сторону проблемы шума выпуска. Дело в том, что методика измерения внешнего шума автомобиля, как известно, предусматривает резкое отпущение педали подачи топлива в конце разгонного участка испытательной трассы, так как при этом часто наблюдается отчетливо выделяющийся кратковременный высокочастотный шум на выпуске. И хотя он, как правило, в точке измерения не превышает максимальный уровень шума на режиме разгона, по субъективному восприятию заметно выделяется. Кроме того, Правила № 51 ЕЭК ООН требуют при той же манипуляции с педалью измерять шум на расстоянии 0,5 м от среза выпускной трубы неподвижного автомобиля, но с $n = 0,75n_{\text{ном}}$, поскольку уровень звука в этом случае нередко превышает его уровень при работе двигателя на постоянной частоте вращения коленчатого вала. Однако теоретического исследования этих "всплесков" шума никто не проводил. Поэтому в УГАТУ восполнили данный пробел, воспользовавшись собственной методикой расчета шума неустановившейся струи газа.

Согласно данной методике, нестационарное течение газа по трубопроводу и в окрестности его среза выполняется численным интегрированием уравнений газовой динамики. В частности, течения в трубопроводе — интегрированием уравнений сохранения в одномерном приближении для канала постоянного сечения, а течения в окрестности его среза — в двумерной сетке, начинающейся с расстояния в несколько ячеек до среза и продолжающейся сколь угодно далее, по уравнениям сохранения газовой динамики в осесимметричной постановке. (В месте сопряжения одномерной и двумерной сеток ставятся, естественно, надлежащие

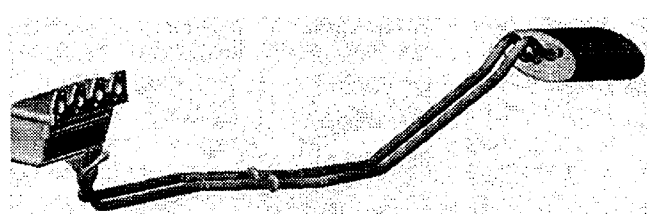


Рис. 4. Опытная система выпуска в сборе

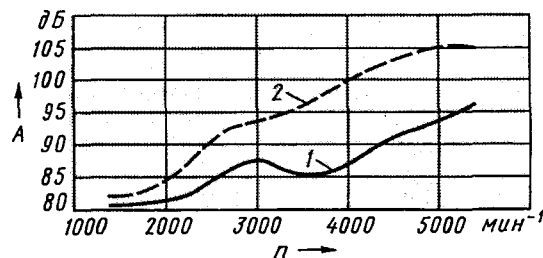


Рис. 5. Уровни шума выпуска двигателя при стендовых испытаниях на расстоянии 0,25 м от выпускного патрубка: 1 — опытная система; 2 — серийная система

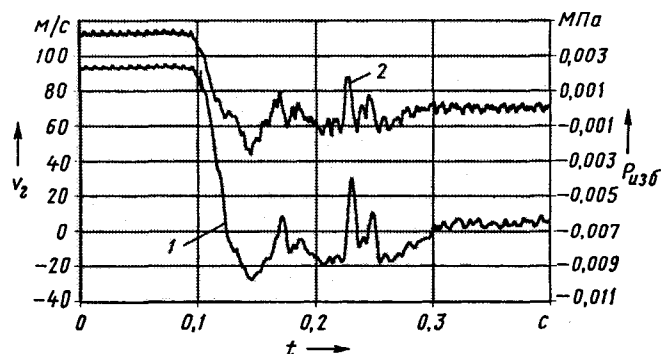


Рис. 6. Зависимость скорости потока (1) в выходном сечении патрубка глушителя и избыточного давления (2) в последней камере глушителя от времени

условия сопряжения.) Исходные данные для расчета получают расчетом двигателя в целом, включая течение газа во впускном тракте, цилиндре, выпускных трубопроводах и глушителе, а также механических потерь. Метод расчета — имитационное моделирование (с помощью уже упоминавшейся системы "Альбея"). Программа данной системы расчета составлена в предположении, что автомобиль разгоняется, и, когда частота вращения коленчатого вала становится равной 3800 мин^{-1} , дроссельная заслонка карбюратора полностью открывается, а когда частота вращения достигает 4200 мин^{-1} , заслонка резко закрывается. То есть в качестве расчетных взяты режимы, соответствующие реальным режимам работы двигателя УЗАМ в составе автомобиля "Иж-2126" при испытаниях по Правилам № 51 ЕЭК ООН (движение на второй передаче).

В результате расчета получили зависимости плотности и скорости (кривая 1 на рис. 6) потока газа на срезе выходного патрубка глушителя, а также избыточного давления в последней его камере (кривая 2) от времени.

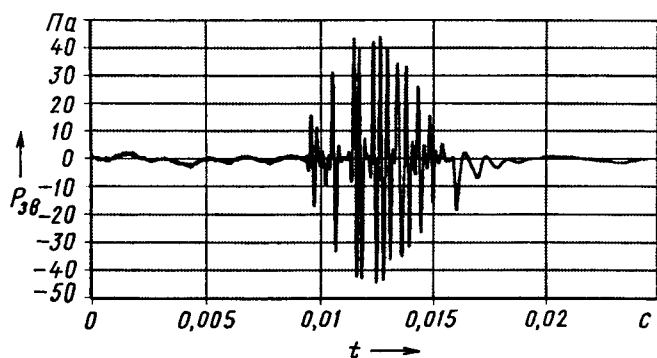


Рис. 7. Расчетное изменение звукового давления вблизи выходного патрубка глушителя при закрытии дроссельной заслонки

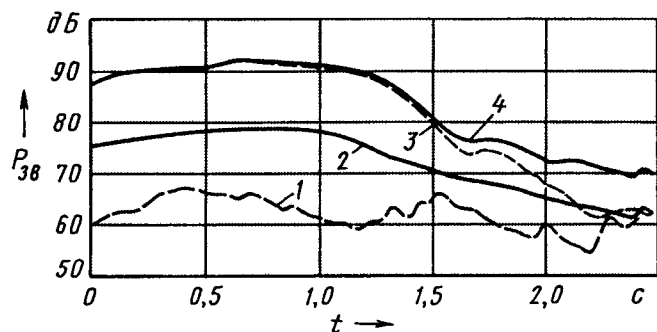


Рис. 8. Результаты измерения внешнего шума автомобиля по Правилам № 51 ЕЭК ООН:
1 — на частоте 160 Гц; 2 — приведение А; 3 — на частоте 125 Гц; 4 — линейно

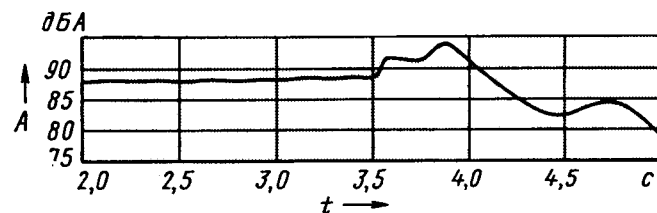


Рис. 9. Изменение уровня шума выпуска при испытаниях на неподвижном автомобиле после резкого закрытия дроссельной заслонки

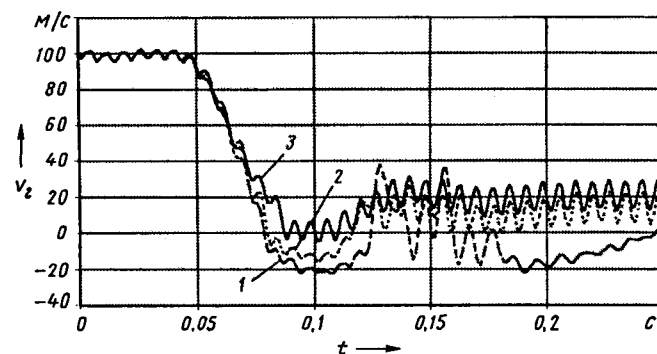


Рис. 10. Влияние подачи дополнительного воздуха во впускную систему двигателя после закрытия дроссельной заслонки на скорость потока в выходном сечении патрубка глушителя:
1 — без подачи воздуха; 2 и 3 — подача воздуха через отверстие диаметрами 6 и 8 мм

Как видно из рисунка, на режиме разгона автомобиля колебания скорости газа, определяющие уровень шума, невелики. При резком же закрытии дроссельной заслонки ($t = 0,1$ с) скорость газа сначала резко падает, даже меняет свое направление, затем в диапазоне $t = 0,13—0,25$ с происходят ее колебания от -27 до 28 м/с, т. е. с большой амплитудой. Наконец, спустя $0,2$ с после резкого закрытия дроссельной заслонки скорость газа становится положительной, меняясь с небольшой амплитудой. Отсюда напрашивается вывод: причина увеличения шума при резком закрытии дроссельной заслонки — колебания скорости отработавших газов, сопровождающиеся изменением направления их течения и давления.

Данный вывод подтверждает и рис. 7: после резкого закрытия дроссельной заслонки наблюдается "всплеск" звукового давления, значительно превышающий это давление на режиме ускорения автомобиля.

Результаты расчетов проверили в натуре, измерением шума по Правилам № 51 ЕЭК ООН. Что из этого получилось, хорошо видно из рис. 8. Здесь приведены уровни шума при движении автомобиля на частотах третьоктавных фильтров, на которых наблюдается "всплеск" звукового давления после закрытия дроссельной заслонки ($1,6—1,7$ с): при измерении шума без частотного приведения, т. е. линейно (кривая 4), а также на частотах 125 (кривая 3) и 160 Гц (кривая 1) явно просматриваются существенные "всплески" звукового давления.

Измерения на неподвижном автомобиле при частоте вращения коленчатого вала двигателя 4200 мин^{-1} показали (рис. 9): на установившемся режиме уровень шума отработавших газов двигателя УЗАМ составил 88 дБА , а при резком закрытии дроссельной заслонки — 94 .

Выявленная расчетом связь между повышенной шумностью выпуска при закрытии дроссельной заслонки и колебаниями скорости газа дает возможность предложить направление борьбы с этим явлением: оно — в устранении обратных течений отработавших газов в выпускной системе. Один из его способов — подача (через отверстие во впускном коллекторе) дополнительного воздуха во впускную систему двигателя после закрытия дроссельной заслонки. Причем расчеты показывают (рис. 10): с увеличением диаметра отверстия колебания скорости газа уменьшаются, и при диаметре, равном 8 мм , обратного течения практически нет (кривая 3).

Эффективность подачи воздуха во впускную систему двигателя тоже проверили экспериментально, для чего использовали отверстие диаметром 8 мм , сделанное во впускном коллекторе. Установлено: уровень шума при резком закрытии дроссельной заслонки уменьшился на 3 дБА .

Еще один способ устранения обратных течений отработавших газов при "сбросе газа" — обратный клапан в выпускной системе, срабатывающий на закрытие при обратном течении газов: он, по данным эксперимента, снижает уровень шума на 4 дБА и более.

Таким образом, исследование показало: правильно спроектированная выпускная система позволяет снизить шум выпуска двигателя УЗАМ до требуемых нормами Правил ЕЭК ООН уровней. То есть метод проектирования, разработанный в УГАТУ, действительно может и должен стать инструментом конструктора. Кроме того, установленная в ходе исследований при-

чина увеличения шума выпуска после закрытия дроссельной заслонки — колебания скорости отработавших газов на срезе выпускного патрубка глушителя, сопровождающиеся изменением направления их течения, — делает применение этого инструмента теоретически обоснованным. А значит, пригодным для выпускной системы любого ДВС.

УДК 629.076:62-408.64

"НЕКЛАССИЧЕСКИЕ" СЛУЧАИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Канд. техн. наук Р.Г. МАКАРЯН

ЕрГУАС

Движение автомобиля обычно рассматривают в предположении, что поверхность дороги поперечно находится в горизонтальной плоскости. Однако этот случай, хотя и преимущественно встречающийся на дорогах с искусственными покрытиями, все-таки не единственно возможный. На практике нередки участки дорог с боковым наклоном. Они, естественно, накладывают свой отпечаток на движение АТС. Причем особенно заметно — на поворотах. Здесь движение приобретает характер такого, которое в авиации называют виражом. При этом вираж может быть положительным, когда плоскость дороги, а следовательно, и автомобиль, наклонены к центру поворота (рис. 1), и отрицательным, когда они наклонены от центра поворота (рис. 2).

Вираж автомобиля, в принципе, можно рассматривать как движение его центра масс вокруг мгновенного центра O на расстоянии R (радиус поворота) от вертикальной линии AB , на которой расположен данный центр. И если движение равномерное ($v_a = \text{const}$) и происходит в горизонтальной плоскости (плоский вираж), то к центру масс, очевидно, приложены две силы — сила G веса автомобиля ($G = m_a g$) и центробежная сила C ($C = m_a v_a^2 / R$); если вираж положительный, центр масс перемещается в плоскости aa (см. рис. 1), наклоненной на угол $+\alpha$ к горизонтальной плоскости; если вираж отрицательный, то — в плоскости aa , наклоненной на угол $-\alpha$ к горизонтальной плоскости.

При положительном и отрицательном виражах центр вращения — точка на той же, что и при плоском вираже, вертикали AB . Но на центр масс автомобиля при положительном вираже действует составляющая G' силы веса, равная $m_a g \sin \alpha$, и противодействует составляющей C' центробежной силы, причем $C' = C \cos \alpha = m_a v_a^2 \cos \alpha / R$, при отрицательном вираже составляющая G' силы веса, наоборот, помогает центробежной силе C сдвинуть автомобиль в сторону бокового наклона дороги.

При любом вираже автомобиль не только вращается вокруг линии AB в горизонтальной плоскости, но и пе-

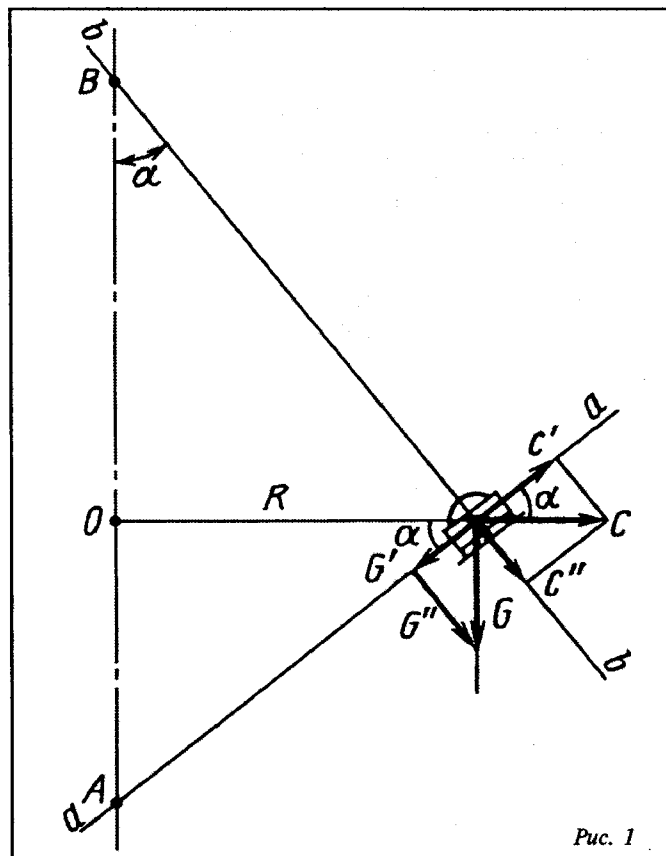


Рис. 1

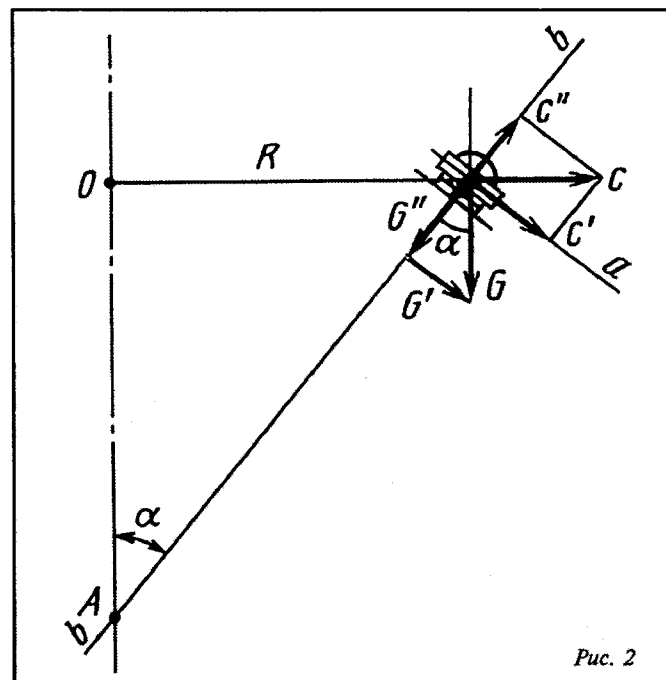


Рис. 2

ремещается в плоскости bb , где на него действуют силы $G'' = m_a g \cos \alpha$ и $C' = C \sin \alpha = m_a v_a^2 \sin \alpha / R$. При этом G'' и при положительном, и при отрицательном выражах обеспечивает дополнительное "прижатие" колес автомобиля к дорожному полотну; сила C' в первом случае делает то же самое, а во втором, наоборот, "старается" оторвать колеса от дорожного полотна.

Таким образом, с точки зрения устойчивости автомобиля на повороте, т. е. безопасности поворота, дорожные полотна можно разделить на три группы: самые безопасные — те, которые обеспечивают положительный вираж; "средней" безопасности — лежащие в горизонтальной плоскости; опасные — обеспечивающие отрицательный вираж.

Первыми эти особенности учли строители спортивных трасс. Типичный тому пример — "чаши" мототреков. В последние годы все чаще их учитывают и строители дорог общего пользования: на крутых поворотах они придают наклон именно в сторону поворота.

То, что сказано выше, в общем, хорошо известно. Но теория упустила из виду один момент, который, думается, заслуживает внимания. Этот момент — связь между наклоном полотна дороги и углом θ поворота управляемых колес автомобиля. На горизонтальной дороге данный угол, как известно, подсчитывается по формуле $\theta = \arctg(L/R)$, в которой L — база автомобиля. При наличии бокового наклона дорожного полотна появляется "добавка", равная $\arctg(L \cos \alpha / R)$. При положительном выраже она отрицательна, т. е. уменьшает потребный угол поворота управляемых колес, а при отрицательном выраже — положительна, т. е. увеличивает его. Значит, наклон дорожного полотна, обеспечивающий положительный вираж, выгоден и с точки зрения управляемости автомобиля на повороте. Что, кстати, хорошо знают водители-практики, но совершенно не нашло своего отражения в теории. Хотя бы с точки зрения "физики" этого явления.

УДК 629.62-587.004.1

БЕЗРАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА

Канд. техн. наук А.Ю. БАРЫКИН

Камский политехнический институт

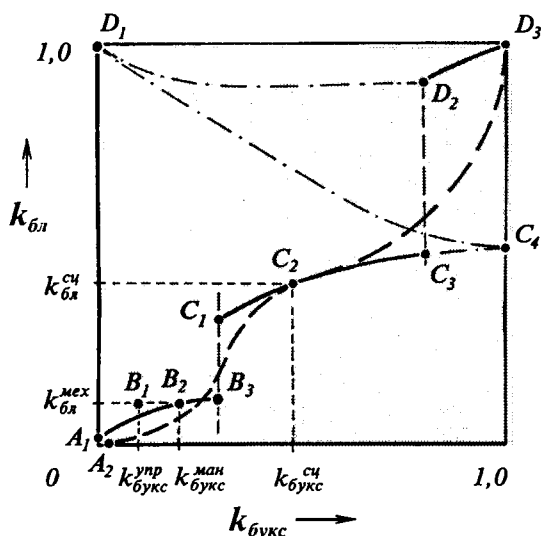
Получить оптимальные блокирующие свойства автомобильного дифференциала — задача сложная, поскольку работа этого механизма распределения мощности по колесам зависит от дорожных условий. Но она упрощается, если все процессы анализировать с помощью универсальных математических моделей, выходные критерии которых тоже универсальны, т. е. безразмерны. Это, как известно, позволяет сравнивать

различные типы дифференциалов, применяемых на автомобилях разного класса, и их варианты.

Такую универсальную модель блокирующих свойств дифференциала можно получить на основе комплексной его характеристики (см. "АП", 2000, № 9). Для этого нужно ввести безразмерный коэффициент $k_{\text{букс}}$ буксования колес, равный отношению кинематического рассогласования $\Delta\omega$ в межколесном приводе к частоте ω_0 вращения корпуса дифференциала ($k_{\text{букс}} = \Delta\omega/\omega_0$). Дело в том, что рассогласование $\Delta\omega$ может иметь место только в четырех случаях: при неравенстве радиусов качения ведущих колес; при повороте (зависит от расстояния между центром поворота, продольной осью автомобиля, а также его колес); из-за неодинакового проскальзывания колес вследствие разных условий их сцепления с опорной поверхностью (зависит от относительных скольжений колес ведущего моста, которые определяются по функциям, полученным в результате аппроксимации зависимости $S = f(\varphi)$; при полном буксовании или вывешивании одного из колес ($\Delta\omega = 2\omega_0$). Определить же данный коэффициент для каждого из перечисленных случаев не так уж и сложно.

С другой стороны, коэффициент $k_{\text{бл}}$ блокировки есть отношение момента трения дифференциала к моменту на корпусе, напрямую связанный с $k_{\text{букс}}$. Его значения, которые можно считать рациональными для рассогласований, рассмотренных выше, определяются из следующих соображений.

При неравенстве радиусов качения ведущих колес $k_{\text{бл}}$ должен быть возможно меньшим (теоретически — стремиться к нулю), чтобы обеспечить хорошие маневренность и управляемость, а также минимальный износ фрикционных элементов и поверхностей трения (точка A_2 на рисунке).



При поворотах $k_{\text{бл}}$, чтобы обеспечить автомобилю хорошую маневренность, не должен быть выше, чем у обычного механического дифференциала с малым внутренним трением, т. е. соответствовать коэффициенту буксования в точке B_2 , а для хорошей управляемости — коэффициенту буксования в точке B_1 , при этом должно выполняться условие: $k_{\text{бл}} \leq k_{\text{бл-мех}} = 0,1 \pm 0,05$.

При проскальзывании колес из-за разных условий сцепления с опорной поверхностью $k_{\text{бл}}$ должен соответствовать известному выражению:

$$k_{\text{бл}} = (\varphi_{\text{max}} - \varphi_{\text{min}}) : (\varphi_{\text{max}} + \varphi_{\text{min}}).$$

(Здесь коэффициент $k_{\text{букс}}$ буксования в точке C_2 соответствует максимально возможному для данного случая значению.)

Наконец, при вывешивании или полном буксовании одного из колес коэффициент блокировки должен быть максимальным, т. е. стремиться к единице (точка D_3 на рисунке).

Следовательно, идеальная характеристика автоматического дифференциала должна иметь вид, соответствующий пунктирной кривой $A_2C_2D_3$. Как видим, на ней нет резких "изломов" на переходных участках, что говорит об отсутствии ударных нагрузок в трансмиссии и небольших значениях работы трения в дифференциале. Но, повторяем, эта характеристика — идеальная. Реальная характеристика для тех же вариантов динамического рассогласования $\Delta\omega$ представляет собой ступенчатую зависимость, число ступеней которой соответствует числу включений управляющего механизма. Наиболее простой пример — вязкостная муфта блокировки дифференциала с изменяемым зазором между дисками. Ее характеристика — участки $A_1B_2B_3$, C_1C_3 и D_2D_3 , соответствующие работе муфты в режиме вязкого трения, и участки B_3C_1 и C_3D_2 (пунктир), которые соответствуют режиму изменения среднеконструктивного зазора между дисками.

Как видно из рисунка, характер протекания кривых заметно различается: на участках вязкого трения они изменяются довольно полого, что обусловлено структурной деформацией рабочей жидкости — силиконового масла, а на участках изменения зазора — скачком.

Из рисунка следует также, что реальная характеристика совпадает с идеальной лишь в отдельных точках: несовпадение начинается уже с точек A_1 и A_2 . Оно объясняется тем, что минимальный момент трения вязкостной муфты всегда включает момент трения уплотнений, обеспечивающих герметичность муфты при расширении силиконового масла. С трением связаны и несовпадения других точек.

Таким образом, рассмотренная характеристика вязкостной муфты показывает, какие рациональные значения коэффициента блокировки должны быть

Коэффициент буксования	Автомобиль	
	ВАЗ-2121	КамАЗ-4326
$k_{\text{букс}}^{\text{рад}}$ для допускаемого стандартом суммарного различия радиусов качения колес (6 мм для ВАЗ-2121 и 10 мм для КамАЗ-4326)	0,018	0,021
$k_{\text{букс}}^{\text{упр}}$ для максимального (30 м) радиуса поворота обоих автомобилей	0,046	0,059
$k_{\text{букс}}^{\text{ман}}$ для минимального радиуса поворота автомобиля (5,5 м для ВАЗ-2121 и 8,5 м для КамАЗ-4326)	0,226	0,196
$k_{\text{букс}}^{\text{си}}$ для проскальзывания колес на льду ($\varphi = 0,1$) и на мокром асфальте ($\varphi = 0,7$)	0,5	0,5
$k_{\text{букс}}^{\text{тах}}$ для вывешивания или полного буксования одного колеса	1,0	1,0

обеспечены для заданных коэффициентов буксования колес.

Однако это лишь для муфты, работающей в режиме вязкостного трения. Если же муфта способна блокироваться в режиме полусухого трения ("hump", по иностранной терминологии), то данному режиму уже соответствует кривая $C_3C_4D_1$, а муфте с гарантированным минимальным зазором — кривая D_2D_1 . (Последняя достоверно отражает и изменение режима работы для случая управляемой фрикционной муфты.)

Вывод очевиден: характеристика, полученная из комплексной характеристики, действительно универсальна, что позволяет использовать ее для анализа условий эксплуатации дифференциалов, предназначенных для самых различных транспортных средств. Это хорошо видно из таблицы, в которой приведены значения коэффициентов буксования для межколесных дифференциалов автомобилей ВАЗ-2121 "Нива" и КамАЗ-4326: у обоих автомобилей условия рассогласования в трансмиссии практически одинаковы, значит, близки и значения $k_{\text{бл}}$.

И еще одно. Различие характеристик идеального и реального дифференциалов, показанное на рисунке, — очень полезная информация и с той точки зрения, что позволяет видеть возможные дополнительные потери на трение при работе дифференциала, следовательно, принимать меры по их уменьшению. И, наконец, принимать меры по упрощению конструкции систем распределения мощности (противобуксовочные, регулирования тягового усилия и т. п.) без заметных потерь основных эксплуатационных свойств (проходимость, маневренность, управляемость) автомобиля.



УДК 629.621.436:621.333.4

ЭНЕРГОСИЛОВАЯ УСТАНОВКА С РЕКУПЕРАТИВНЫМ КОНТУРОМ

С.В. ГЕЛЛЕР

В учебнике С.В. Бальяна "Техническая термодинамика и тепловые двигатели", изданном еще в 1973 г., рассмотрен двухтактный дизель с оппозитными поршнями и прямоточной продувкой, предназначенный для работы в режиме свободнопоршневого генератора газа. Если оценивать с позиций нынешнего уровня знаний, то оказывается, что данный двигатель после некоторой доработки вполне может стать основой экономичной силовой установки для многих транспортных средств (универсальные шасси, автомобили-тягачи, карьерные самосвалы, например), а также мобильным источником теплоэлектроснабжения мест обитания, удаленных от соответствующих центральных сетей (полевой госпиталь, командный пункт, полярная или геологическая экспедиция и т. п.). Причем

эта доработка совершенно не связана с переводом двигателя на керамику, т. е. на изотермический рабочий процесс. Термический его КПД значительно повышается за счет рекуперации энергии, причем достигается это относительно просто.

Но прежде — несколько слов о самом базовом дизеле. Он представляет собой (рис. 1) цилиндр 15, разделенный перегородками 22 и 25 на три отсека, два из которых (20 и 26) — компрессорные, один (4) используется в качестве продувочного ресивера. Между перегородками этого цилиндра и соосно с ним располагается второй, рабочий, цилиндр 5 дизеля.

В отсеках большого (компрессорного) и малого (рабочего) цилиндров перемещаются выполненные в виде моноблоков поршни: первый (левый по схеме) состоит из компрессорного 19 и рабочего 21 поршней, второй (правый) — из аналогичных поршней 17 и 16. Ход поршней механических ограничителей не имеет, но перемещаются они зеркально симметрично, что обеспечивается с помощью шестерни и двух зубчатых реек (на рисунке не показаны).

Работает данный двигатель следующим образом.

При сгорании топливовоздушной смеси в пространстве между поршнями 16 и 21 (поршни в это время находятся на минимальном удалении друг от друга) моноблоки под действием возрастающего давления газов начинают расходиться в сторону своих буферных полостей 1 и 14, или, по аналогии с обычным ДВС, перемещаться от ВМТ к НМТ. Давление в буферных полостях возрастает, а в полостях, расположенных над обратным торцом поршней 19 и 17, наоборот, становится меньше атмосферного. Под действием этого разрежения открываются впускные клапаны 9 и 12, и атмосферный воздух через воздухозаборник 8 и фильтр 6 засасывается в надпоршневые полости компрессорных поршней.

Но одновременно перемещаются и рабочие поршни. В ходе этого перемещения правый (16) открывает выпускные окна 23 рабочего цилиндра, и отработавшие газы уходят из него. Затем второй (21) рабочий поршень открывает продувочные окна 3, и воздух из ресивера 4, находившийся там под повышенным давлением и закрывший клапаны 10 и 13, выполняет продувку рабочего цилиндра и наполняет его. Давление в цилиндре снижается. Упругость сжатого в буферных полостях воздуха заставляет поршневые моноблоки начать обратное движение, от НМТ к ВМТ. При этом движении компрессорные поршни сжимают воздух в своих надпоршневых полостях, и к моменту, когда рабочие поршни полностью перекрывают окна 3 и 23, давление повышается до 0,4–0,7 МПа (4–7 кгс/см²),

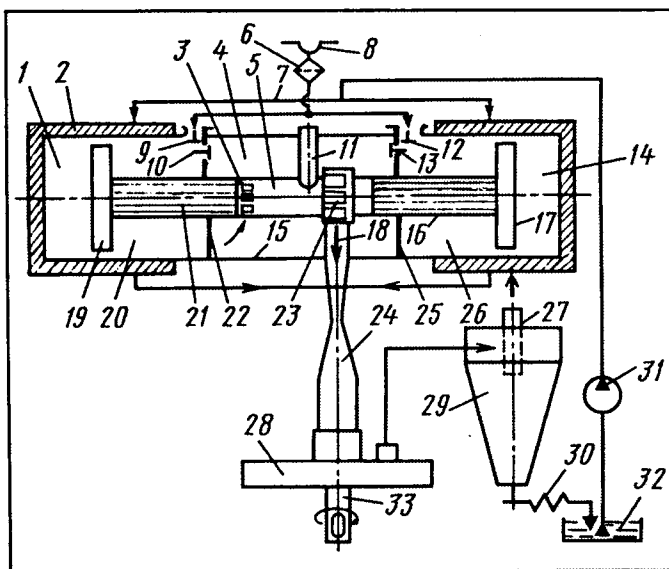


Рис. 1. Схема энергосиловой установки:

1 и 14 — буферные полости; 2 — рубашка охлаждения двигателя; 3 — продувочные окна; 4 — продувочный ресивер; 5 — рабочий цилиндр двигателя; 6 — фильтр; 7 — магистраль подвода охлаждающей жидкости; 8 — воздухозаборник; 9, 10, 12 и 13 — клапаны; 11 — топливная форсунка; 15 — цилиндр компрессора; 16 и 21 — рабочие поршни; 17 и 19 — поршни компрессора; 18 — поток отработавших газов; 20 и 26 — полости компрессора; 22 и 25 — перегородки; 23 — выпускные окна; 24 — эжектор; 27 — выпускной патрубок сепаратора; 28 — гидромашина; 29 — сепаратор; 30 — радиатор; 31 — насос; 32 — бак; 33 — выходной вал силовой установки

что вполне достаточно для закрытия клапанов 9 и 12 и открытия клапанов 10 и 13. Через последние сжатый воздух и поступает в ресивер, восстанавливая "истраченное" давление в нем. Рабочие же поршни сжимают воздух, находящийся в рабочем цилиндре. Температура в цилиндре возрастает до уровня, достаточного для воспламенения впрыскиваемого туда через форсунку 11 топлива. И цикл повторяется.

Возвратно-поступательное движение рабочих поршней (точнее, моноблоков) с помощью зубчатых реек и шестерни преобразуется, как и в любом ДВС, во вращательное. Далее — к потребителю мощности (насос, электрогенератор и т. д.).

Как видим, с точки зрения преобразования энергии топлива в полезную мощность рассматриваемый двигатель, в принципе, тот же, что и обычный ДВС. И так же теряет эту энергию в процессе охлаждения и с отработавшими газами. Потому и нуждается в доработке. Например, в такой, какая рассматривается ниже.

Суть доработки: на выходе системы выпуска отработавших газов из рабочего цилиндра устанавливается эжектор-смеситель 24, диффузор которого, в свою очередь, соединен с объемной гидромашиной (гидромотором) 28. В эжекторе образуется гетерофазная смесь отработавших газов с нагретой в рубашке охлаждения дизеля специальной охлаждающей жидкостью. Эта смесь (пена) обладает значительным запасом энтальпии и кинетической энергии, которые она и отдает ротору гидромашины. То есть гидромашина, по существу, работает на "отбросах" энергии: не будь ее, они бы ушли в атмосферу. Очевидно, что термический КПД цикла благодаря этому увеличивается. Кроме того, резко снижается шумность выхлопа: пена и стоящий за гидромашиной сепаратор 29 "гасят" шум отработавших газов практически полностью.

Теперь о технической стороне доработки дизельной силовой установки.

Ее "изюминка" — эжектор. Но он — "ноу-хау", поэтому останавливаться на нем по вполне понятным причинам нецелесообразно.

Второй новый элемент — объемная роторная гидромашина СВГ-92/01 (рис. 2). Ее особенность — реактивное истечение рабочего тела из сопла 7 эксцентричного вытеснителя 8, жестко скрепленного с ротором 5. Замыкатель ее рабочего объема выполнен двустворчатый, и эти створки при контакте клиновидного вытеснителя с профилированными поверхностями замыкателя утапливаются в торцах статора 2. Рабочее тело истекает из сопла 8 непрерывно, даже во время пересечения вытеснителем плоскости замыкателя. Важно, что, в отличие от реактивной гидротурбины, КПД СВГ-92/01 практически не зависит от угловой скорости ротора.

Сепаратор 29 — обычный циклон. Радиатор — тоже обычный. Роль радиатора играет оребрение корпуса

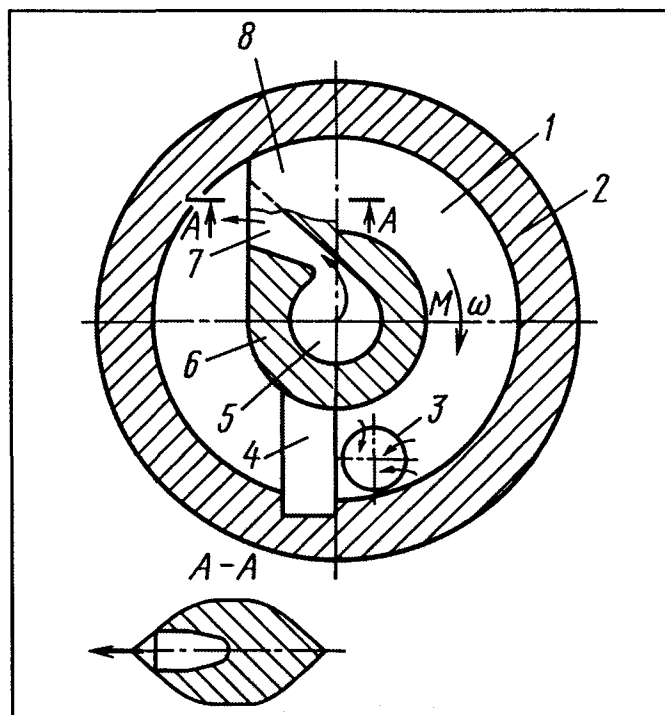


Рис. 2. Схема гидромашины:

1 — камера; 2 — статор; 3 — слив; 4 — раздвижной замыкатель; 5 — впускной (нагнетание) канал ротора; 6 — ротор; 7 — реактивное сопло; 8 — вытеснитель

сепаратора. Для большей эффективности оребрение может обдуваться всасываемым в двигатель воздухом.

Из бака 31 насос 32 прокачивает охлаждающую жидкость через рубашку 2 охлаждения цилиндров. Оттуда она, перегретая до состояния пара или парожидкостной смеси (степень перегрева легко регулируется кратностью прокачки, т. е. является функцией частоты вращения рабочего колеса насоса 31), поступает в эжектор 24, где и смешивается с отработавшими газами, образуя своего рода пену. Из диффузора эжектора эта пена нагнетается в гидромашину 28, создавая крутящий момент на валу 33 отбора мощности. Затем отработанная пена подается в сепаратор 29, где от нее отделяется газовая фаза, которая выбрасывается в атмосферу через осевой патрубок 27 сепаратора-циклона.

Сажа, попавшая в пену из отработавших газов, абсорбируется в сепараторе, а еще горячая после гидромашины и сепаратора жидкость прокачивается через радиатор 30 и снова поступает в рубашки 2.

Общий КПД силовой установки можно повысить еще более, если теплоту, выделяемую радиатором, использовать, например, для обогрева жилого помещения.

И последнее. Все, что сказано об оппозитном дизеле, в принципе, применимо к любым ДВС: рекуперативный контур с гидрообъемной машиной вполне пригоден и для их доработки.

АВТОСАЛОН

мастерская Урала

Информационный спонсор:

URALFIRM.ru

Официальный интернет-провайдер:

УралРелком
ваш Интернет

Официальная поддержка:

Правительство Свердловской области

1-4 октября

Организатор:

EXPO
УРАЛЭКСПОЦЕНТР

Екатеринбург, ул. Громова, 145

За более подробной информацией об участии
в выставке обращайтесь в УРАЛЭКСПОЦЕНТР:

телефон: 3432/493017, 27, e-mail: Grigortseva@uralexpo.mplik.ru,



АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

УДК 629.681.136.54

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ДИСКРЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ТЕОРИЯ И ОПЫТ РАЗРАБОТКИ

Канд. пед. наук С.С. КУТОВОЙ

Рязанский ВАИ

Тренажеры — давно и широко распространенные устройства, используемые для практического закрепления теоретических знаний и приобретения практических навыков. Однако анализ показывает, что используют их в достаточно узкой сфере — главным образом, для обучения операторов. В авиации — летчиков, на железнодорожном транспорте — машинистов тепловозов и электровозов, на автотранспорте — водителей и т. д. Такие же области деятельности, как техническое обслуживание и ремонт машин, по существу, тренировочных средств не имеют. Считается, что совре-

менные машины, к примеру, автомобиль, слишком сложны по устройству, поэтому готовить специалистов лучше на реальной технике. Мол, с опытом придет и умение.

Такой подход в корне неверен. Почему — совершенно очевидно. Во-первых, его реализация дорого обходится; во-вторых, он требует больших затрат времени (не напрасно старые ремонтники говорят: "Я столкнулся со случаем, который раньше мне не встречался."); в-третьих, не гарантирует высокое качество выполняемых работ.

Проанализировав все это, в Рязанском военно-автомобильном институте пришли к выводу, что настала пора заняться созданием функциональных тренажеров, т. е. технических средств, позволяющих приобретать и поддерживать профессиональные навыки не только водителям автомобилей, но и всем другим специалистам, прежде всего занимающимся техническим обслуживанием и ремонтом АТС.

3 Был выработан и базовый принцип, который должен закладываться в основу таких тренажеров. Он состоит в следующем: тренажер формирует гибкую неконкретизированную, т. е. не привязанную к конкретному изделию (автомобилю, его узлу и т. п.), систему навыков и умений, необходимых специалисту для выполнения профессиональных задач, легко переносимых на конкретный вид деятельности. Другими словами, функциональный тренажер должен не столько имитировать деятельность специалиста, сколько моделировать, т. е. делать ее не физически, а психологически подобной реальной.

Рассмотрим методические основы создания таких тренажеров исходя из особенностей конструкции и технологических процессов ремонта автомобиля.

Автомобиль, действительно, предельно насыщен различными агрегатами. Но значит ли это, что для каждого из них нужно создавать свой тренажер? Более того, нужны ли еще и отдельные тренажеры по одному и тому же агрегату, предназначенные для специалистов по обслуживанию, специалистов по ремонту и операторов (водителей)?

Даже самый поверхностный взгляд на эти вопросы приводит к выводу, что такой путь, как уже упоминалось, неприемлем ни с одной точки зрения — организационной, экономической и т. д. Однако дело упростится, если каким-то образом сгруппировать автомобильные агрегаты и производственные процессы. Например, по их конструктивным признакам и технологическим операциям. Причем сгруппировать в интересах будущей профессиональной деятельности обучаемых.

В итоге изделия, из которых комплектуется автомобиль, по конструктивно-технологической однородности легко разделили на 10 классов: корпусные; полые цилиндры; валы, оси, стержни; диски; стержни некруглые; крышки и кронштейны; арматура и крепежные детали; детали из тонколистовой стали; упругие элементы; не группирующиеся. Каждый класс, в свою очередь, содержит три—пять групп, учитывающих конструктивные особенности изделий.

Таким образом, автомобиль можно представить как техническое устройство, состоящее из 30—50 групп изделий. Изделия, спроектированные по замыслу конструктора, изготовленные по чертежам, собранные в узлы и агрегаты, которые установлены на строго определенное место, точно выполняют свои функции. Если же любой из этих принципов нарушен, узел, агрегат и автомобиль в целом становятся неработоспособными. Причем это относится не только к чисто механическим деталям и узлам, но, в принципе, и к электронным, электрическим, пневматическим и гидравлическим системам автомобиля. Ведь те и другие, с точки зрения устройства и функционирования, практически тождественны, так как имеют источник питания, соединительные элементы (провода, трубопроводы), распределители, переключатели, аккумуляторы (накопители). И хотя схемы этих систем могут многократно усложняться, суть остается неизменной: неисправность возникает как следствие нарушения законов, логики функционирования по причине обрыва, короткого за-

мыкания (разгерметизации), неработоспособности составных элементов. То есть все они тоже образуют классы и группы.

Если исходить из интересов профессиональной деятельности обучаемых, то контекстный анализ их конкретной деятельности (технологические операции и переходы) показал: даже самая сложная операция состоит из простых (элементарных), часто повторяющихся действий. Следовательно, и здесь возможно группирование. В том числе и по частоте повторения, поскольку именно наиболее часто встречающиеся операции составляют основу производственной деятельности специалистов.

Например, при поиске и определении неисправности в механической системе ремонтник анализирует сенсорный фон неисправного агрегата (степень нагрева в разных его точках), характер шумов (место, уровень звука, тон), мысленно связывая все это с кинематикой узла или механизма; при разборке автомобиля, его агрегатов и узлов он имеет дело с резьбовыми парами (гайки, болты, шпильки), разъединяет детали, имеющие конструктивную совместимость, в том числе соединенные с натягом, снимает упругие детали; при сборке выполняет аналогичные операции, но в обратной последовательности, а также устанавливает необходимые зазоры, натяги, натяжения, т. е. занимается регулировками; в ходе ремонта электро-, пневмо- и гидромеханических агрегатов и приборов осуществляет те же, что и в предыдущем случае, операции, кроме того, устраняет сбои в логике функционирования систем, чему, как правило, предшествует анализ их символьных схем.

Когда был проанализирован таким образом весь автомобиль, оказалось, что функциональных тренажеров, формирующих первичные навыки специалистов и охватывающих основные операции технологических процессов по обслуживанию и ремонту автомобилей, должно быть всего восемь (см. таблицу).

Основу любого тренажера составляет, как известно, учебная информационная модель, реализующая цепочку "воздействие на объект—реакция объекта—информация об этой реакции". Ясно, что и рассматриваемые восемь тренажеров должны строиться по этому принципу и, как всякий тренажер, в конечном итоге решать задачу преобразования реальной информации в учебную.

Разработанная в РВАИ на основе приведенных выше соображений методика создания каждого из восьми функциональных тренажеров включает пять этапов.

На первом из них проектировщик анализирует предметную деятельность специалиста-ремонтника, т. е. выявляет классы возможных ситуаций и строит их рабочий алфавит, а также определяет признаки деталей объекта ремонта, по которым распознаются ситуации профессиональной деятельности и выстраивается рабочий словарь признаков; описывает отношения, характерные для деятельности ремонтника.

На втором этапе разрабатывается информационная модель предметной деятельности специалиста по сборке, обслуживанию и ремонту автомобильной техники. База такой отработки — методы теории распознавания

образов; цель — выявить составляющие потока информации, воспринимаемые и перерабатываемые специалистом при распознавании типичных ситуаций, и определить оптимальный состав тренажерных средств для формирования конкретных навыков. Причем с точки зрения теории задача состоит в выделении классов объектов (ситуаций) по структурно-функциональным признакам и отнесении их к одному из классов. Основанием для подобной классификации служит априорная и полученная из опыта информация об объектах распознавания, а также алгоритм логического вывода, позволяющий из этих данных делать некоторые заключения относительно анализируемой ситуации. Например, для диагностирования автомобилей такой информацией служат внешние проявления (признаки) неисправной работы агрегатов, узлов, пока-

зания контрольных и диагностических приборов и т. д. Здесь достаточно реализовать отношения "признак—класс" или "признак—группа", не вдаваясь в более глубокую "детализацию". Скажем, при поиске неисправности в кинематике механизмов задачу можно свести к оценке параметров и перемещений их звеньев в объекте как систем передачи и преобразования движения от начального звена к конечному, не вдаваясь в назначение механизма, а по совокупности сопоставляемых значений структурно-конструктивных признаков — определить принадлежность механизма к одному из классов. Затем на основе выделяемых функциональных признаков, характеризующих состав и тип механизма, отнести его к группе признаков. Совокупность признаков, кроме того, позволяет правильно сопоставить отдельные элементы механизмов в объекте с

Функции тренажера по формированию первичных навыков	Назначение	Цель работы	Основное содержание	Параметр, характеризующий ситуацию	Тип выполняемых действий	Стадия производственного ремонта
Анализ сенсорного фона (ФТС)	Моделирование условий деятельности на этапе анализа ситуации и принятия решения	Приобретение навыков селекции сенсорного фона работающих объектов	Идентификация сенсорного фона неисправностей, определение пороговых значений	Температура нагрева поверхности. Характер, место, окраска шумов и стуков	Органолептические	Диагностика, испытание
Анализ символьных схем (ФТАС)		Приобретение навыков анализа символьных схем	Определение неисправного участка и элемента цепи в электронных, электрических, гидро- и пневмосистемах	Оперативное состояние элементов объекта на символьных схемах	Интеллектуальные	Поиск неисправности
Анализ кинематики (ФТАК)		Приобретение навыков по анализу кинематики механизмов	Определение звена, нарушающего заложенные параметры	Оперативное состояние цепи кинематических пар	Интеллектуальные	Поиск неисправности
Анализ конструктивной совместимости (ФТК)		Приобретение навыков по анализу конструктивной совместимости	Определение геометрических параметров конструктивной совместимости деталей	Оперативное состояние элементов объекта, собранных в одно устройство	Интеллектуальные	Разборка, сборка
Разборка и сборка резьбовых соединений (ФТСР)	Моделирование условий деятельности на этапе выполнения разборочно-сборочных работ	Приобретение навыков разборки и сборки резьбовых соединений	Выполнение технологических операций разборки и сборки резьбовых пар	Номенклатура и параметры резьбовых деталей автомобиля, ТУ сборки, инструмент	Интеллектуальные, двигательные, кинестические	Разборка, сборка
Разборка деталей, собранных с натягом (ФТН)		Приобретение навыков применения комплекта универсальных съемников	Выполнение подготовительной операции сборки, необходимости компоновки съемника и снятия напрессованной детали	Доступность, диаметр, форма, место захвата детали и приложения усилия	Интеллектуальные, двигательные, кинестические	Разборка
Снятие и установка упругих деталей (ФТУ)		Приобретение навыков снятия и установки упругих деталей	Выполнение технологических операций снятия и установки упругих деталей	Усилие предварительной деформации детали, доступность, приспособление, инструмент	Интеллектуальные, двигательные, кинестические	Разборка, сборка
Регулировочные работы (ФТР)		Приобретение навыков выполнения регулировочных работ	Выполнение технологических операций регулировки	Зазоры, натяги, пятна контакта, натяжение, свободный ход, люфт	Интеллектуальные, двигательные, кинестические	Сборка

последующим их информационным или физическим преобразованием и сформировать понятие о его структуре и функциональном назначении.

Таким образом, деятельность специалиста на этапе формирования предметной информационной модели можно представить через реализацию отношений "группа признаков" и "функция—функция", что дает возможность на основе "статической" схемы получить "динамический" пространственный образ и характеристики движения механизмов.

Определению неисправностей в электронных, электрических, гидро- и пневмосистемах предшествует мыслительный процесс принятия решений, связанный с разработкой эффективного алгоритма поиска, включающего перечень текстовых процедур и их последовательность. Использование при этом принципиальных, топологических схем, являющихся иконическими моделями оригиналов, значительно облегчает задачу. Состав цепей определяет общую структуру информационного потока, поступающего от схем к специалисту в форме совокупности условных обозначений приборов, аппаратов, элементов, между которыми формируются причинно-следственные связи. Установление этих связей и есть основной момент при формировании представлений о решаемой задаче, ибо данные связи в конечном итоге обуславливают стратегию принимаемых специалистом решений при построении локализирующих тестов. Информационную же основу принятия решений составляют технологические характеристики системы, поскольку они отражают структуру формирования связей между элементами, необходимых для функционирования системы.

При выполнении разборочно-сборочных работ образ, который воспринимает специалист, имеет прямое отношение к конкретному условию решения производственной задачи. Именно поэтому он начинает работу с сознательного выбора, основанного на сопоставлении различных, прежде всего функциональных, признаков деталей. Эти признаки и представляют собой информацию, используемую в процессе программирования и выполнения трудовых действий. Значит, и при формировании концептуальных моделей планов предметной деятельности.

Поскольку разборочно-сборочные операции в деятельности ремонтника преобладают, то третий алгоритм второго этапа рассмотрим на их примере.

Информацию об объекте дискретной деятельности специалиста-ремонтника можно представить множеством конструктивных параметров $\{d_i\}$ деталей, входящих в состав этого объекта. Каждая из деталей, в свою очередь, характеризуется совокупностью $\{x_k\}$ признаков, делающих ее уникальной, т. е. обладающей рядом присущих только ей свойств. Причем в процессе разборки технических устройств внимание специалиста направлено в основном на те признаки деталей, которые определяют различные виды соединения их друг с другом, а при сборке — еще и на функциональное назначение деталей, по которому они разделяются на ряд классов и групп: $A = \{A_{ij}\}$, где $i = \overline{1, N_A}, j = \overline{1, r_i}$, а r_i — число групп деталей каждого класса. При составлении информационной модели принадлежность детали к

классу лучше всего определять в соответствии с логическим уравнением, описывающим связь класса (его обобщенного представителя) с совокупностью признаков, наблюдаемых специалистом при осмотре объекта ремонта, т. е. по уравнению $A_{ij} = \varphi_{ij}(x_1, x_2, \dots, x_{N_x})$, в котором x_i — логическая переменная, принимающая значение "Истина" или "Ложь" и соответствующая простому высказыванию: "Признак x_i присущ деталям класса A_{ij} "; φ_{ij} — логическое выражение, содержащее операции дизъюнкции (\vee), конъюнкции ($\&$) и отрицания ($-$).

Все признаки деталей образуют априорный словарь признаков ($X = \{x_k\}, k = \overline{1, N_x}$), а все их классы и группы — априорный алфавит классов $A = \{A_j\}$, где $j = \overline{1, N_A}$. Данное уравнение описывает отклонение "класс-признак" R_0 , которое может быть представлено матрицей:

$$R_0 = M_A = |m_{ij}|, i = \overline{1, N_A}, j = \overline{1, N_x};$$

$$m_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если признак } x_j \text{ присущ классу } A_i; \\ 0, & \text{если нет.} \end{cases}$$

Образцы различных ситуаций, возникающих при сборке агрегатов автомобильной техники, задаются отношением "пара признаков" R_1 :

$$R_1 = \{r_{ij}\}, i = \overline{1, N_x}, j = \overline{1, N_x};$$

$$r_{ij} = \begin{cases} f_p, & \text{если признак } x_i \text{ и } x_j \text{ свидетельствует} \\ & \text{о возможном соединении деталей } d_k \\ & \text{и } d_r \text{ с помощью операции } f_p; \\ 0, & \text{если нет.} \end{cases}$$

Таким образом, информационная модель предметной области дискретной деятельности специалиста, занимающегося разборочно-сборочными работами, может быть представлена как совокупность следующих элементов, характеризующих структуру потока информации в реальной системе $M_{\text{по}} = \langle A; X; R_0(A, X); F; R_1(X, X) \rangle$, где $F = \{f_k\}; k = \overline{1, N_f}$ — множество операций сборки.

Это и есть модель предметной области деятельности специалиста. На ее основе можно конкретизировать цели обучения: научить специалиста распознавать признаки X соединений; определять принадлежность детали к конкретному классу, т. е. ее функциональное назначение $R_0(A, X)$; распознавать все возможные ситуации сборки, задаваемые отношением "пара признаков" $R_1(X, X)$, т. е. конструктивную совместимость деталей объекта ремонта; правильно принимать решение о выполняемой операции сборки $f_p \in F$, качественно и быстро выполнять ее.

Учитывая эти цели, на базе информационной модели предметной области решаются задачи третьего этапа — разработки учебных информационных моделей функциональных тренажеров для формирования навыков по: анализу конструкции; разборке и сборке резьбовых пар и соединений с натягом; снятию и установке упругих деталей; послесборочной регулировке. При этом, очевидно, должны быть минимизированы априорные алфавит классов и словарь признаков деталей с учетом ограничений по стоимости тренаже-

ров и среднему времени их сборки, что достигается при использовании ряда конкретных правил.

Так, рабочие алфавиты классов нужно составлять с помощью методов теории графов, добиваясь наименьшего покрытия признаков классами; задачу покрытия классов деталями решать методами целочисленного линейного программирования.

В результате реализации данных правил и была получена информационная модель функциональных тренажеров по выполнению разборочно-сборочных и регулировочных работ, т. е. выполнена задача третьего этапа. Эта модель имеет вид:

$$M_{\text{ти}} = \langle X_p; A_p; R_{0p}; R_3; F; R_1 \rangle,$$

где $X_p = \{x_k\}$, $k = 1, N_x$ — рабочий словарь признаков деталей; $A = \{A_j\}$, $j = 1, N_A$ — рабочий словарь классов деталей; R_{0p} — описание классов деталей на языке признаков рабочего словаря в виде отклонения "класс—признак"; $R_3 = \{y_{ij}\}$ — покрытие классов деталями тренажера, которое задается отношениями "деталь—признак"; $F = \{f_k\}$, $k = 1, N_f$ — множество операций сборки, представленных в тренажере; R_1 — отношение "пара признаков", задающее образы всех типичных ситуаций сборки.

Модель, как видим, представляет собой формализованное описание объекта дискретной деятельности в виде совокупности учебно-тренировочных задач, сопутствующих процессу формирования навыков по выполнению разборочно-сборочных работ, и обеспечивает достижение цели обучения на тренажерах.

Четвертый этап — создание логических моделей тренажеров на базе их информационных моделей. Его цель — определить минимальное число элементов, состав и последовательность сборки моделирующих устройств, необходимые для того, чтобы в итоге получить тренажеры, т. е. вполне законченные изделия, в программе работы которых представлены все ситуации S сборки, признаки X соединений и операции F .

Синтез логических моделей тренажеров в методике РВАИ рассматривается как процесс доказательства теоремы о выводимости B тренажера, которое сводится к доказательству противоречия B на основе использования принципа резолюции, развитого в теории искусственного интеллекта. ($B = d_1 \vee d_2 \vee \dots \vee d_{Nd}$, где $(d_1, \dots, d_{Nd}) \in D$ — детали, входящие в состав тренажера.) То есть в результате синтеза получается дерево опровержения для логических моделей функционального тренажера по выполнению разборочно-сборочных работ, которые представляют собой алгоритмы действий обучаемых и должны быть положены в основу проектирования моделирующих устройств.

На заключительном, пятом, этапе разрабатываются модели дискретных действий обучаемого на тренажерах в течение одной тренировки. В основу критерия обученности положен принцип минимизации затрат времени в процессе достижения цели обучения — обеспечения требуемого уровня сформированности каждого навыка. Степень же подготовленности специалиста оценивается по двум показателям — времени $T_{\text{оп}}^n$ сборки тренажера и числу Q допущенных при этом ошибок.

Первый параметр, очевидно, имеет две составляющие — время $t_p^n[u_1(n)]$, затрачиваемое на распознавание ситуации и принятие решения, и время $t_f^n[u_2(n)]$, $f[u_1(n)]$ на выполнение самой операции. Отсюда:

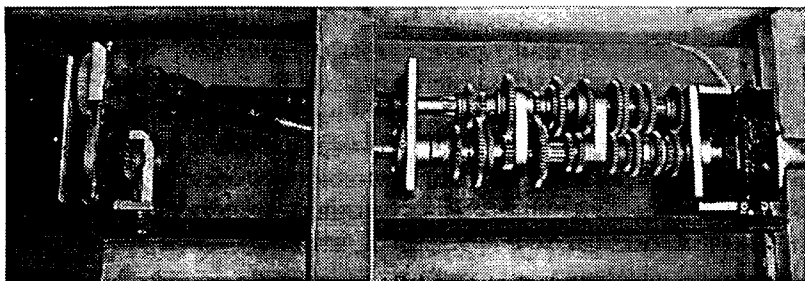
$$T_{\text{оп}}^n = \{u_1(n), u_2(n), f_p[u_1(n)]\} = \\ = t_p^n[u_1(n)] + t_f^n[u_2(n), f_p[u_1(n)]].$$

Второй параметр, число ошибок, характеризует способность обучаемого распознавать ситуацию и правильно принимать решение. Можно приближенно считать, что время распознавания на каждом шаге пропорционально числу совершенных ошибок $Q(n)$, увеличенное на время выбора правильного решения, т. е. $t_p^n[u_1(n)] \approx t_p[Q(n) + 1]$, где t_p — среднее время распознавания ситуации и принятия решения.

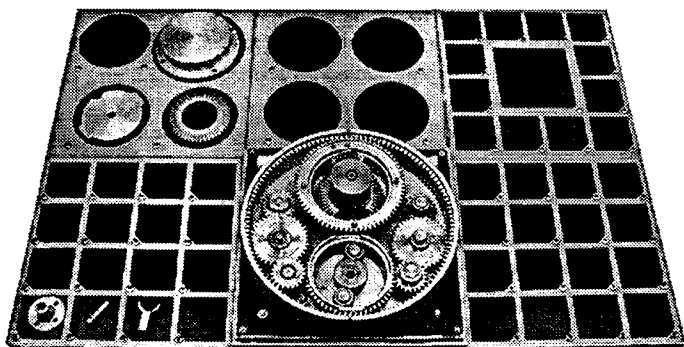
Построение модели дискретных действий обучаемого основано на представлении процесса подготовки на тренажере в течение одной тренировки как многошагового процесса управления ($n = 1, 2, \dots, N$), на каждом шаге которого субъект решает задачу распознавания и выполняет операцию.

На базе модели дискретных действий обучаемого в РВАИ получили ряд программных имитационных моделей, с помощью которых исследовали различные стратегии поведения специалиста в процессе сборки моделируемого устройства, определили наиболее рациональную поисковую стратегию по каждому тренажеру. Они и были положены в основу разработки моторного поля рабочего места обучаемого, а информационные модели предметной области дискретной деятельности и логические модели тренажеров — в физические и иконические модели объектов для реализации в виде технических средств обучения, с помощью которых установили, что большая часть требований к средствам обучения человека-оператора, изложенных в литературе и стандартах, применима и при разработке функциональных тренажеров дискретного действия. Однако существует ряд ограничений, связанных со спецификой рассматриваемой деятельности, а также особенностями практических навыков людей. Поэтому пришлось разрабатывать дополнительные требования к моделирующему устройству тренажера.

На базе изложенной выше методики в РВАИ спроектированы и изготовлены опытные образцы тренажеров, на которые получены 11 авторских свидетельств (№ 1444862, 1612322, 1691879, 1742851, 1735894, 1742852, 1795504, 2005116, 2006719, 2008724 и 2025782, РФ). Экспериментальная проверка образцов показала высокий уровень их дидактических качеств: достаточно устойчивые навыки у обучаемых формируются в среднем за 4—7 (высокий уровень начальной технической подготовки), 6—9 (средний уровень исходной подготовки) и 10—12 (низкий уровень исходной подготовки) тренировок. При этом общая продолжительность занятий на тренажере составляет 0,9—4,5 ч, т. е. срок формирования навыков сократился, по сравнению с традиционными средствами обучения, в 3—5 раз, а время выполнения работы теми, кто прошел предварительную тренажерную подготовку, в среднем на 25—35 % меньше, чем у закончивших учеб-



Тренажер по анализу кинематики

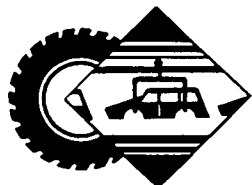


Тренажер по анализу конструктивной совместимости деталей

ное заведение по обычной системе. И еще одно: модельные устройства каждого тренажера уплотняют информацию настолько, что становятся тождественными четырем-шести реальным агрегатам автомобильной техники, используемым в учебном процессе.

Все это результаты, которые говорят о достаточно высокой эффективности методологии.

Однако анализ конструкций и применения реальных тренажеров, предназначенных для обучения человека-оператора, показал: существующие подходы к построению их учебной информационной модели, т. е. основного элемента любой обучающей системы, ориентированного на моделирование динамики объекта управления, эффективны далеко не везде. Например, они явно не оправдывают себя в случае функциональных тренажеров так называемой дискретной деятельности, к которой, в частности, относится деятельность, связанная со сборкой автомобиля, его ремонтом и техническим обслуживанием, а также деятельностью водителя (оператора). Поэтому рассмотренные выше методические основы проектирования учебной информационной модели именно для тренажеров дискретной деятельности будут, думается, полезны как для их разработчиков, так и для пользователей.



ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.114.6:11.012.3-034.7

ЛИТЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ КОЛЕСА ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Доктора техн. наук И.В. ДЕМЬЯНУШКО и Ю.К. ЕСЕНОВСКИЙ-ЛАШКОВ, канд. техн. наук А.М. ВАХРОМЕЕВ

МАДИ (ГТУ), НАМИ

Несмотря на то, что большая часть легковых автомобилей сходит со сборочных конвейеров автозаводов со стальными колесами, сейчас уже довольно отчетливо прослеживается новая тенденция — переход на колеса алюминиевые. Потому что последние решают две очень важные задачи — улучшают дизайн автомобиля и его технические характеристики. Например, из алюминиевого сплава можно отлить колесо практически любой, даже причудливой, формы, которая отлично

сочетается с дизайном АТС и отвечает требованиям потребителей. Что касается технических характеристик автомобиля, то здесь возможностей не меньше. Уже хотя бы потому, что масса и момент инерции алюминиевого колеса значительно ниже, чем у его стального аналога, а жесткость, наоборот, выше. В итоге снижается неподдресоренная масса автомобиля. А ведь чем больше отношение поддресоренной массы к неподдресоренной, тем лучше плавность его хода. Кроме того, колесо небольшой массы не "пробивает" мягкую подвеску на значительных неровностях дороги; оно менее инерционно, что улучшает устойчивость и управляемость автомобиля и увеличивает срок службы узлов и сочленений подвески; алюминий легче защитить от электрохимической коррозии, чем сталь.

Алюминиевые колеса изготавливают горячештампованными и литыми. Первые прочнее и жестче, поскольку структура металла при горячей штамповке становится волокнистой, а направление волокон —

изначально заданным. Но они значительно дороже. Кроме того, штампованные колеса хуже демпфируют ударные нагрузки, поэтому большая часть энергии удара передается на автомобиль. Таким образом, для массовых автомобилей и даже для большинства престижных предпочтительнее колеса литые. Штампованные же лучше всего применять на спортивных автомобилях или тогда, когда проблема цены роли не играет. В связи с этим все, что сказано ниже, относится исключительно к литым колесам.

Начнем с их проектирования. Это достаточно сложный процесс, относящийся к области "высоких" технологий и включающий несколько этапов: создание дизайнерского образа колеса, прочностные расчеты на основе компьютерного моделирования условий нагружения, подбор материала (марки сплава) и способа получения отливки (литье в кокиль, литье под низким давлением, литье с противодавлением), подготовку конструкторско-технологической документации. Все этапы — по методу "сквозного САПРа", с использованием CALS-технологий. При этом процедуры включают: трехмерное компьютерное твердотельное моделирование колеса; компьютерную же его "вставку" в дизайнерский проект модели автомобиля, для которого данное колесо предназначено; прочностный расчет колеса на основе конечно-элементного трехмерного

анализа с моделированием всех видов нагрузок, соответствующих тем стендовым нагрузкам, которые используются при сертификационных испытаниях колеса; проектирование технологической литейной оснастки (литейных форм) с трехмерным расчетом процессов кристаллизации и оценкой долговечности формы; подбор процессов нагрева и охлаждения литейной формы.

Конечный продукт проектирования, комплект конструкторско-технологической документации, в компьютерном виде передается в производство по изготовлению литейной оснастки, а также в основное производство для настройки автоматизированного технологического оборудования — литейных машин и механообрабатывающих центров. Кроме того, в документацию включаются все требования по контролю качества колеса, поскольку они (допустимые дефекты, отклонения геометрии, биение, дисбаланс и др.) — тоже результат расчетов на стадии расчетно-проектировочного анализа.

Для изготовления колес применяют литейные алюминиево-кремниевые сплавы с различным, в зависимости от необходимых прочностных свойств изделия, содержанием кремния. Так, для отливок, подвергающихся термообработке, используется силумин АК-7оч, а не подвергающихся термообработке — АК-12оч. Обязательное требование в обоих случаях: железа в сплаве должно быть не более 0,15 %.

Строго ограничиваются и другие примеси: от их количества зависят литейные свойства сплава и механические характеристики отливки. Причем особенно опасны примеси, образующиеся в процессе литья за счет металлопроводящих элементов литейной машины и формы. Поэтому форму нужно покрывать специальными изолирующими покрытиями, а металлопроводящие элементы делать из керамических материалов. Кроме того, перед загрузкой литейной машины необходим химический анализ сплава. Обязательна проверка его механических свойств, которую выполняют периодически на отдельно отлитых образцах и на фрагментах, вырезанных из критических мест отливок.

Процессы литья и изъятия отливки из литейной формы автоматизированы. Наиболее совершенный из применяемых сегодня в производстве колес — литье с газовым противодавлением, реализуемое в литейных машинах типа ВП. В частности, на колесном предприятии в МАДИ (ГТУ) используются в настоящее время машины ВП 1250 (рис. 1) и усовершенствованный процесс, базирующийся на совместных разработках специалистов МАДИ и Болгарской АН.

Отливки колес после термической обработки, если она предусмотрена технологией, сразу после изъятия из формы подвергаются рентгеновскому контролю (рис. 2). И только затем поступают на участок механической обработки, оборудованный, как правило, специализированными обрабатывающими центрами с программным управлением и роботизированной загрузкой и выгрузкой обрабатываемых изделий. Иногда

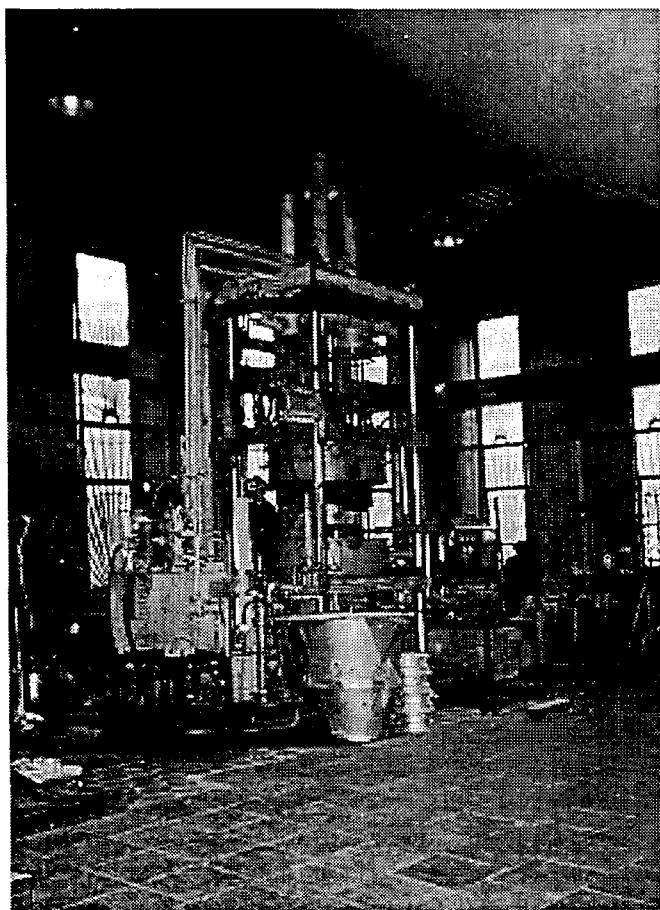


Рис. 1. Литейная машина ВП 1250

в состав оборудования входят и обрабатывающие центры, и станки с ЧПУ. Первые позволяют на колесах одного типоразмера выполнять разное, в зависимости от требований заказчика, число крепежных отверстий при различном их расположении.

Механически обработанное колесо проходит проверку на герметичность обода, соответствие требованиям чертежа его геометрических параметров, точность обработки привалочной плоскости и мест крепления к ступице (контроль 100%-й, выполняется чаще всего с помощью автоматизированных трехкоординатных измерительных машин) и дисбаланс (отдельные изделия из партии).

Затем колесо направляют на участок окраски, где оно сначала проходит до шести подготовительных операций (мойка, обезжиривание и т. д.); потом на него наносят порошковые грунт и краску, которые запекают в термошкафах, обеспечивающих равномерность температурного поля. Последний слой покрытия — защитный лак (жидкий или порошковый), который после сушки или запекания становится способным предохранять окрашенную поверхность от коррозионного воздействия окружающей среды и механических повреждений в эксплуатации.

Привалочная плоскость и крепежные отверстия не окрашиваются, чтобы не вносить погрешность в точность установки колеса на автомобиль.

Готовые колеса по два или по одному, в зависимости от их размеров, упаковывают в картонные коробки. Туда же закладывают паспорт и сертификат, а иногда — и крепежные детали (болты или гайки), а также центровочные кольца и колпачки на центральное отверстие.

Качество колес контролируют не только в процессе их изготовления, но и подвергают обязательным периодическим испытаниям. Так, перед началом серийного выпуска новая модель проходит сертификационные испытания; серийные колеса через определенные промежутки времени в заводской лаборатории испы-

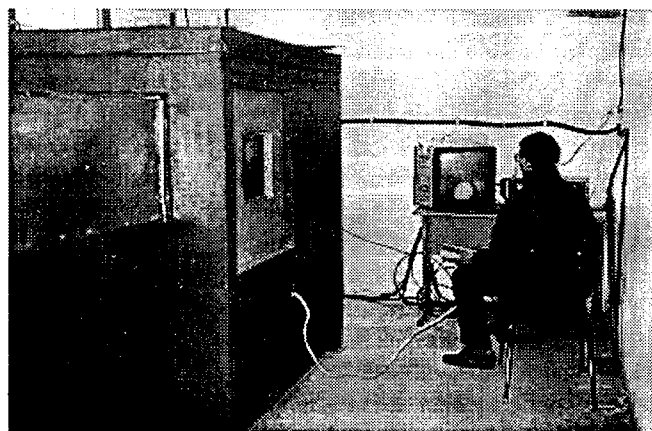


Рис. 2. Установка для рентгеновского контроля колес

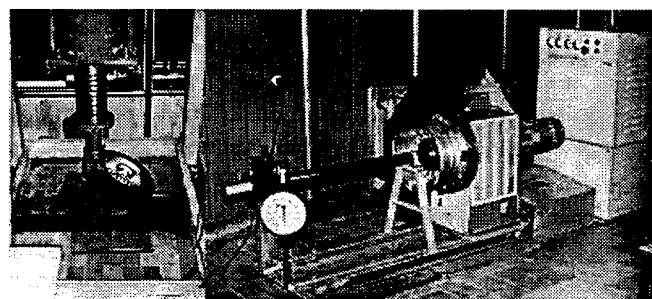


Рис. 3. Стенды для испытаний колес на косой удар и усталость при изгибе

тывают на усталостную прочность при изгибе, на удар (рис. 3), на усталость при динамической радиальной нагрузке (колесо совместно с шиной) и на жесткость бортовых закраин.

Таким образом, есть все основания утверждать, что алюминиевые колеса российского производства по прочности и надежности ни в чем не уступают аналогичным колесам зарубежного производства. Более того, опыт показывает, что зачастую и превосходят их.

УДК 621.43.068:669.2/8.002.68

ПЕРЕРАБОТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Канд. техн. наук В.А. ПАВЛОВСКИЙ

Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова (РАН)

Каталитический нейтрализатор отработавших газов во многих странах уже стал обязательным элементом конструкции автомобиля. То есть изделием массовым. Но в нем, как известно, в качестве катализатора применяются редкие, следовательно, дорогостоящие металлы. В так называемом однокомпонентном это платина, в двухкомпонентном — плати-

на и родий в соотношении 5 : 1 или 12 : 1, в трехкомпонентном — платина, палладий и родий в соотношении 1 : 16 : 1 или 1 : 28 : 1.

При производстве нейтрализаторов неизбежны отходы и брак; в эксплуатации неизбежна выработка их ресурса. Поэтому и возникла проблема извлечения благородных металлов из производственных и

эксплуатационных отходов — с тем, чтобы использовать их при изготовлении новых изделий.

Проблема не из простых. Дело в том, что металлы-катализаторы применяются не в виде каких-то сплошных (отштампованных, литых и т. п.) конструкций, а в виде порошков, напыляемых на носитель, в качестве которого могут выступать оксид алюминия (γ - и α -модификаций), силикагель, алюмосиликаты, активированный уголь, графит и др. Правда, наибольшее распространение к настоящему времени получили катализаторы на оксиде алюминия,

поэтому рассматриваемые ниже технологии извлечения благородных металлов относятся именно к ним. И прежде всего — к катализаторам, выполненным в виде гранул цилиндрической (диаметром 2—12 мм, высотой 2—10 мм) и шарообразной (диаметром 3—5 мм) форм, а также компактных сотовосетчатых изделий.

Содержание платины и палладия в таких катализаторах варьируется по массе от 0,05 до 10 %. Причем металлизированная фаза распределена по объему носителя неравномерно: основная ее часть сосредоточена, как упоминалось, в поверхностном слое гранул или шариков, меньшая проникает в оксид алюминия, занимая до 25—35 % его объема. И считается, что платина и палладий присутствуют в катализаторе в рентгеноаморфном состоянии, а размеры их частиц не превышают 5 нм. При этом не исключается взаимодействие атомов платины и палладия с алюминием кристаллической решетки оксида.

Таким образом, проблема разделения компонентов катализатора в принципе не может быть простой: от большого количества носителя нужно отделять сравнительно немного мельчайших частиц. Тем не менее технологии такого разделения уже работают. Они базируются на двух группах методов — растворении носителя, в результате чего благородные металлы становятся осадком в жидкости, и растворении этих металлов с последующим их выделением из раствора.

К первой группе относятся методы, основанные на сульфатизации, т. е. обработке катализатора серной кислотой.

Например, гранулы заливают концентрированной серной кислотой (из расчета трехкратного ее избытка по отношению к массе катализатора). После того как оксид алюминия растворится, осадок прокаливают при температуре 520 К (250 °С) в подовой или вращающейся трубных печах. Образовавшийся спек охлаждают и выщелачивают водой.

При этом методе выход нерастворимого остатка составляет 12—13 % массы исходного твердого материала.

Но если спек обработать не водой, а 10%-м раствором той же серной кислоты, то масса нерастворимого остатка сократится в 13,5—14,5 раза, т. е. до ~0,9—1 % от исходной, а концентрация платины в ней достигнет 7,5—8,5 %.

Американская фирма "Жемини Индастриз" оксидный носитель тоже растворяет в серной кислоте, но получающийся при этом осадок обрабатывает "царской водкой", т. е. смесью концентрированных серной и соляной кислот. Конечные продукты (платина и палладий) имеют чистоту 99,99 %, извлечение — до 90 %. По утверждению фирмы, годовая производительность при использовании данной технологии составит ~470 т отработанных катализаторов, при этом может быть регенерировано 14 кг платины и 3,2 кг палладия.

Известен также вариант выщелачивания алюминия в 15—30%-х водных растворах серной кислоты. Перед изъятием гранул из нейтрализатора его обжигают при температуре 770—870 К (500—600 °С) для удаления сажи и маслянистых отложений. Сам процесс регенерации ведут при соотношении катализатора и жидкости 1 : 2, температуре 373—383 К (100—110 °С); продолжительность перемешивания — 3—4 ч. Получаемые нерастворимые остатки содержат 9—13 % концентрата платины и палладия.

Используется и комбинированная технологическая схема: предварительное выщелачивание оксида алюминия в 10—12%-м растворе серной кислоты; смешивание нерастворимого остатка (кек) с углем; нагрев смеси в атмосфере, не содержащей окислителя, до температуры 1020—1070 К (750—800 °С); обжиг при температуре 820—870 К (550—600 °С) в присутствии кислорода воздуха; второе серноокислотное выщелачивание. Итог: 25—30 % платинового (палладиевого) концентрата.

Американская "Эмэкс Металз Групп Гринвич" провела сравнительные испытания некоторых из технологий, в том числе с точки зрения их эффективности в зависимости от формы носителя. В частности, проверила "таблетки" цилиндрической

и сферической формы, выполненные из γ - Al_2O_3 , а также "монолиты" ячеистой структуры из кордиерита, покрытые слоями γ - Al_2O_3 . Среднее содержание благородных металлов в бедных "таблетках" по платине составляло от 288 г/т и по палладию 126 г/т; в богатых — до 514 и 200 г/т; в "монолитах" — до 1040 и 193 г/т. Кроме того, фирма испытала триметаллические катализаторы, содержащие 576 г/т платины, 3,5 г/т палладия и 6,9 г/т родия. При выщелачивании с помощью "царской водки" (температура 373 К, или 100 °С) достигнуто 90%-е извлечение платины и палладия из "таблеток" и 95%-е — из "монолитов". Удельный расход азотной кислоты составил 75 дм^3 на 1 т катализаторов.

При переработке триметаллических катализаторов на первом этапе с помощью серной кислоты извлекали родий, а затем с помощью "царской водки" — платину и палладий. Однако во всех случаях в раствор переходило не более 20—30 % оксида алюминия. Поэтому катализаторы стали прокалывать при температуре 1770 К (1500 °С).

Из раствора платиноиды осаждали с помощью сульфида натрия или сероводорода, в результате их остаточная концентрация не превышала 0,001 г/ дм^3 .

На основе испытаний фирма разработала технологическую схему завода по переработке 3,2 тыс. т катализаторов в год. И получению (в виде сульфидов) до 3,5 т платины, 1,4 т палладия и 0,35 т родия. Капитальные затраты на строительство завода — 7,1 млн. амер. долл.

Наиболее интересный метод, относящийся ко второй группе, — дуговая плавка. Его, например, применяет фирма "Тексасгалт" (США), перерабатывая в плазменной дуговой печи ~225 т/мес. автомобильных катализаторов и получая продукт, содержащий 30 % платины. При этом из катализатора извлекается более 90 % платины, до 95 % палладия и до 92 % родия. В качестве коллектора (основы) служит железо.

Методами хлорной металлургии разработаны технологии, обеспечивающие образование простых, а так-

же комплексных хлоридов платины и палладия с переводом их соответственно в газовую фазу или в раствор. Оксид алюминия при этом остается индифферентным к воздействию хлорагентов.

Судя по литературным источникам, наиболее полно сейчас исследованы процессы жидкофазного хлорирования, основанные на измельчении катализаторов и последующем растворении платины и палладия в "царской водке". Доказано, что наиболее выгодное соотношение жидких и твердых фаз составляет 2—2,5 : 1, продолжительность перемешивания фаз — 1—1,5 ч, температура — 363—365 К (90—92 °С). Но даже при этих условиях максимальная концентрация палладия и платины в растворе не превышает 4,5—6 г/дм³, что делает процесс низкопроизводительным. И ускорить его за счет повышения активности хлоридного раствора нельзя: в него начинает переходить и оксид алюминия.

Несколько более приемлемы варианты жидкофазного хлорирования в солянокислых растворах (20—40 г/дм³ соляной кислоты или до 50 г/дм³ соляной кислоты плюс 30—50 г/дм³ серной кислоты при барботировании через пульпу хлора в состоянии газа — 40—80 дм³/ч — и перемешивании пульпы в течение 2—2,5 ч). В этих случаях в раствор переводится 98,5—99,5 % платины и палладия. Правда, и здесь имеет место частичное растворение оксида алюминия. Кроме того, наблюдается плохое отстаивание пульпы, особенно после выщелачивания платиновых катализаторов, и соответственно низкая производительность оборудования фильтрации.

Картина резко меняется, если учесть, что растворимость основы определяется не только наличием окислителя и концентрацией соляной кислоты в растворе, но и структурой оксида алюминия. Ведь в большинстве катализаторов используется его γ -фаза, которая, как известно, обладает значительной химической активностью по отношению к кислотам. Значит, если структуру изменить, изменится и ее активность. Именно это и выполняет про-

каливание (отжиг) отработанных катализаторов при температуре 1420—1470 К (1150—1200 °С) в течение 60—90 мин. Благодаря ему резко снижается расход окислителя (хлора), необходимый для перевода металлов в раствор; практически исключается взаимодействие оксида алюминия с соляной кислотой, что позволяет получать более концентрированные по палладию и платине растворы; увеличивается производительность оборудования обезвреживания и фильтрации.

Для выделения палладия и платины из хлоридного раствора их цементируют алюминием, цинком или магнием. Процесс ведется при температуре 323—333 К (50—60 °С), продолжительность перемешивания — 1—2 ч. В осадок переходит более 99,9 % металлов.

Но возможны и другие варианты. Например, палладий восстанавливается при температуре 363—368 К (80—85 °С), если раствор интенсивно перемешивать смесью этилена и воздуха. В этом случае в осадок выпадает до 99,9 % металла.

В качестве восстановителя можно применять и гидрозины. (При этом, чтобы выделить платину, хлоридный раствор нужно предварительно подщелачивать.)

Если в раствор при комнатной температуре добавить сернистый натрий, в осадке окажутся сульфиды палладия; если добавить сероводород и подогреть раствор, — сульфиды платины. После прокаливания обоих осадков получают концентраты, содержащие более 90 % извлекаемых элементов.

При выборе технологии перевода благородных металлов в раствор необходимо помнить следующее. При переработке платиносодержащих катализаторов особых проблем нет: на поверхности платины оксидные пленки, препятствующие доступу окислителя к металлу, не возникают. У палладийсодержащих катализаторов, наоборот, такие пленки образуются. И их приходится разрушать. Однако опыт показывает, что даже при азотнокислом вскрытии пленок в раствор переходит не более 30—50 % палладия, содержащегося в

катализаторе. Поэтому вводят дополнительные операции — перед химической обработкой материал прокаливают при температуре 770—870 К (500—600 °С) в восстановительной атмосфере (потоке водорода) и охлаждают в среде инертного газа. Благодаря этому выход палладия возрастает до 90 %.

Извлекать платину и палладий из алюмокатализаторов можно и методом высокотемпературного хлорирования газообразным хлором. Катализатор в течение 1—3 ч выдерживают в такой среде при температуре 1320—1370 К (1050—1100 °С), что обеспечивает 99—99,95%-й возгон этих элементов. Образовавшиеся простые хлориды легко улавливаются водным раствором соляной кислоты. Затем, как обычно, — цементация платины и палладия.

Для обработки чисто платинового катализатора этот способ реализуется следующим образом. Катализатор измельчают, смешивают с порошкообразным углем, брикетируют и — для удаления летучих компонентов, а также обеспечения пористости — прокаливают в печи при температуре 1070 К (800 °С). Эти брикеты обрабатывают газовой смесью хлора, четыреххлористого углерода или чистого хлора. Таким образом, в возгон удается перевести до 99 % платины.

Для хлорирования используются аппараты вертикального типа. В них хлор пропускают снизу, а летучие продукты удаляют сверху. Исходный материал периодически загружают в печь через глубокий бункер, служащий затвором для хлора и газообразных продуктов хлорирования. Конструкция печи предусматривает периодическую выгрузку непрореагировавшей основы — оксида алюминия.

Полученные газообразные продукты и свободный хлор барботируют через водные растворы кислоты. В конце линии поглотителей газы пропускают через скруббер, орошаемый раствором щелочи (NaOH), улавливающим хлор. Отходящие газы, содержащие монооксид углерода и следы хлора, выводят в атмосферу через высокую трубу.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИХ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д-р техн. наук М.Х. МУЛЛАГУЛОВ, В.Ш. ВАЛЕЕВ, В.В. ВАСИЛЬЕВ,
И.Х. МУСАЛИМОВ

Башкирский ГАУ

При хонинговании гильз ДВС их торцы зажимают по оси гильзы. Но под действием зажимных сил тонкостенная конструкция деформируется. Причем наблюдаются как симметричные, так и несимметричные остаточные деформации, величина которых иногда даже превышает допуски на изготовление новой гильзы.

Таким образом, величина и характер остаточной деформации, появившейся в ходе хонингования гильзы, зависят от величины зажимных сил. И не только: они, очевидно, определяются также геометрическими размерами и материалом гильзы, наличием или отсутствием дефектов на ее торцах, наконец, рациональностью конструкции, точностью изготовления и сборки зажимного приспособления. Причем последняя, т. е. точность приспособления, как показали исследования, при массовом изготовлении и ремонте однотипных гильз приобретает решающее значение.

Испытаниями установлено, например: если чугунную гильзу размерами $114 \times 100 \times 6$ мм зажимать по торцам (через жесткую плиту) с помощью гидравлического пресса до усилия, предотвращающего проворот при хонинговании, то некруглость ее поперечного сечения составит в среднем $0,028-0,041$ мм, тогда предельно допустимая по ТУ овальность будет равна $0,02$ мм. То есть гильза по овальности выйдет за пределы допусков, поскольку оснастка (плита) совершенно не

предотвращает возможность ее деформаций. Более совершенна в этом смысле оснастка в виде эластичного пояса: он позволяет повысить точность хонингования и снизить производственный брак. Однако такие зажимные устройства сравнительно дороги и недолговечны (согласно данным украинского завода "Поршень" выдерживают хонингование не более 1 тыс. гильз), не пригодны для закрепления цилиндров с продольными и кольцевыми пазами на наружной поверхности, а также коротких деталей типа колец, втулок и др.

В Башкирском ГАУ разработали зажимное устройство, в котором использовано свойство упругого стержня терять устойчивость, как только сжимающая его сила достигнет критического значения. Другими словами, когда сжимающая сила станет критической, поперечные перемещения сечений стержня становятся значительными даже при очень малом изменении этой силы.

Схема устройства приведена на рисунке. Как видим, в его состав входят основание 1, на которое устанавливается хонингуемый цилиндр 2, и зажимная плита 7; упругие элементы (пластины) 3-5 с выступами 6 на своих свободных концах. Пластины 3 взаимодействуют с обрабатываемым цилиндром, а пластины 5 — с зажимной плитой. При этом пластины 3 работают на растяжение, пластины 5 — на сжатие.

В процессе зажима гильзы все пластины теряют устойчивость, поэтому каждая из них передает на обрабатываемую гильзу равную долю общего усилия Q зажима. Причем даже в случае, если их прогибы будут различными. Таким образом обеспечивается равномерность распределения усилия зажима и устраняются несимметричные деформации гильзы.

Главное при проектировании данного устройства — правильно выбрать размеры упругих элементов 3-5 и рассчитать для него значение критической силы ($P_{кр}$), которая, очевидно, равна Q/n , где n — число пластин (обычно $n = 15-20$), а Q — поперечная сила, действующая со стороны пластин на гильзу.

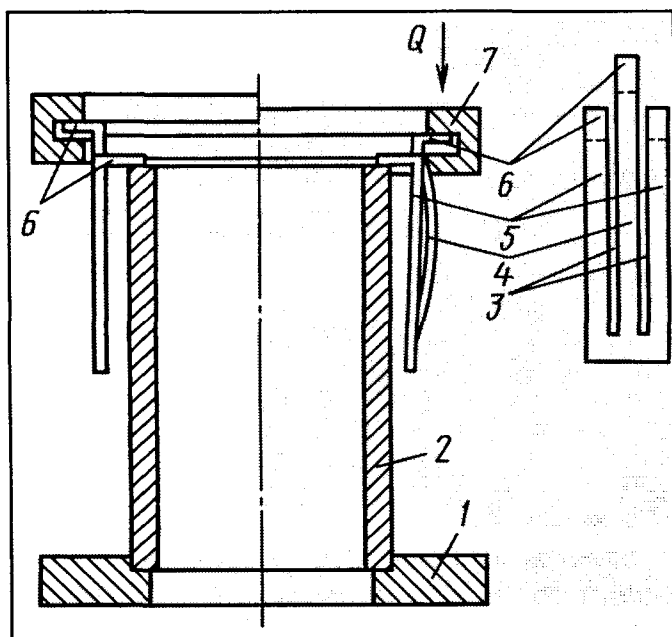
Значение критической силы определяется по формуле

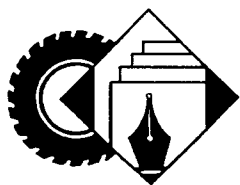
$$P_{кр} = \frac{Q}{n} = \lambda \frac{E\rho}{l^2},$$

в которой $P_{кр}$ — критическая сила; λ — коэффициент устойчивости; E — модуль упругости I рода, МПа; ρ — плотность материала; l — длина стержня.

Качество работы зажимного приспособления проверяли при хонинговании чугунных гильз размерами $114 \times 100 \times 6$ мм на режимах: $v_{окр} = 40$ м/мин; $v_{вп} = 10$ м/мин; давление брусков (КЗ1200СТ-2) $q = 0,5$ МПа. Некруглость отверстия после обработки — менее 2 мкм.

Такие приспособления, как показали эксперименты, можно применять не только при хонинговании, но и для выполнения операций внутреннего шлифования и растачивания гильз.





XXXVIII НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ААИ

Очередная конференция Ассоциации автомобильных инженеров прошла в НИЦИАМТе. Как всегда — при поддержке Министерства промышленности, науки и технологий РФ, Государственного комитета по стандартизации и метрологии, Главного управления ГИБДД МВД РФ, ФГНЦ "НАМИ", секции SAE CPG. Тема — "Безопасность автотранспортных средств", обсуждавшиеся проблемы — активная и пассивная безопасность, эргономика, характеристики шин, внедрение экспериментально-расчетных методов оценки показателей безопасности АТС, влияние компонентов АТС на безопасность.

Надо сказать, что конференции по данной теме проводятся регулярно, причем неизменно собирают большую аудиторию. Не стала исключением и нынешняя: в актовом зале НИЦИАМТа пришлось организовывать дополнительные места.

Первый день конференции — пленарное заседание. Большой интерес вызвали доклады об основных положениях "Концепции развития автомобилестроения, тенденциях" и перспективах развития безопасности АТС (требований ЕЭК ООН), последних нововведениях по контролю за техническим состоянием автотранспорта со стороны ГИБДД, а также об интеллектуальных системах безопасности, разрабатываемых фирмой "Форд", современных и перспективных решениях проблемы безопасности пешехода при наезде, над которыми работают инженеры концерна "Даймлер-Крайслер". В перерыве участникам конференции был продемонстрирован, пожалуй, наиболее зрелищный вид испытаний — "краш-тест", выполненный по заказу и при участии газеты "Авторевю" согласно правилам "Евро-НКАП" (удар со смещением в деформируемое препятствие).

Второй и третий дни — работа по секциям, которых было четыре: "Активная безопасность. Тормоза" (22 доклада), "Активная безопасность. Управляемость и устойчивость" (12), "Пассивная безопасность" (17), "Общие вопросы безопасности" (12); кроме того, конференции были представлены стендовые доклады (14). Впервые в рамках конференции состоялась выставка "Автотест", которая получила высокую оценку участников и должна теперь стать традиционной.

На итоговом пленарном заседании выработано решение конференции.

Собравшиеся отметили исключительную полезность и актуальность обсуждения проблем безопасности АТС, в решении которых в данный момент происходит ка-

чественный скачок: формируется комплексная система, включающая управляемые компьютером активные элементы как активной, так и пассивной безопасности.

Определен круг нерешенных проблем, связанных с введением жестких требований по безопасности АТС: невысокие темпы перехода отечественных автозаводов к производству техники нового поколения, соответствующей современному уровню безопасности АТС; отставание России в применении новых Правил ЕЭК ООН и поправок к действующим; отсталость в оснащении базы сертификационных испытаний в связи с ростом числа Правил и поправок к ним, технологической сложностью методик испытаний и др.

Конференция одобрила предложения Госстандарта РФ по плану государственной стандартизации, а также о введении Правил ЕЭК ООН постановлениями правительства РФ, предусматривающими одновременно и стимулирующие меры; обратила внимание инженерных служб предприятий на новые направления в обеспечении безопасности пешеходов и применение "интеллектуальных" систем безопасности в европейском автомобилестроении; рекомендовала автозаводам провести комплекс работ с целью определить и обеспечить соответствие выпускаемых и перспективных моделей современным требованиям по активной и пассивной безопасности (отмечена положительная роль в решении данной проблемы испытаний серийной техники, проводимых газетой "Авторевю" и журналом "За рулем"); признала необходимым продолжить разработку экспериментально-расчетных методов оценки прочности верхней части кузова автобуса при опрокидывании (по Правилам № 66 ЕЭК ООН); обратилась к Госстандарту РФ с просьбами: гармонизировать разрабатываемый отечественный стандарт, регламентирующий требования к удерживающим ограждениям, с европейским EN 1317—1998 и назвать его "Ограждения дорожные удерживающие для автомобилей. Общие требования и методы испытаний", а также обратить внимание на необходимость контроля выполнения органами по сертификации своей главной функции — обеспечения соответствия серийной продукции сертифицированному образцу. Кроме того, конференция решила продолжить деятельность ААИ по организации обсуждения актуальных вопросов по безопасности АТС и методикам сертификации; отметила успехи агентства "ААИ-пресс" в издании "Журнала ААИ".

Прозвучала на конференции и не связанная формально с ее тематикой тема — о судьбе ФГУП "НИЦИАМТ". Участники выразили поддержку руководству центра: НИЦИАМТ должен быть независимым.



УДК 629.113.339.175

МАССОВЫЙ АМЕРИКАНСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ РЫНОК В 2002 г.

Канд. экон. наук Д.М. ЭТКИН

В 2002 модельном году американский рынок предлагает покупателям 205 базовых моделей массовых автомобилей и ~100 их модификаций по кузову (кабриолет, универсал, хэтчбек, двухдверное купе и др.). Кроме того, большинство базовых моделей имеют варианты исполнения по числу ведущих колес (осей), размерности и мощности двигателей, некоторым параметрам подвески, набору влияющего на безопасность и комфортабельность дополнительного оборудования. То есть покупатель в США может встретить более 1 тыс. разновидностей массовых автомобилей, выпускаемых как фирмами концернов "Дженерал Моторс", "Форд" и группы "Крайслер", предприятия которых есть в США, Канаде и Мексике, так и фирмами европейских стран, Японии и Кореи (некоторые из них имеют свои предприятия и даже конструкторско-технологические подразделения на американском континенте).

Как видим, за последние 12 лет число базовых моделей в США возросло на 14 % (в 1990 г. их было 180). Сложившуюся тенденцию некоторые эксперты связывают с особенностями экономического развития страны. Ими, в частности, отмечается, что ее экономика уже прошла стадию "фордизма", при которой производство потребительских товаров ориентировалось главным образом на массовый рынок и запросы массового, т. е. среднего, потребителя. Сейчас основная часть общества достигла такого уровня обеспеченности, при котором поддержание приемлемого рынка требует от производителей большей гибкости, удовлетворения запросов отдельных, постоянно дробящихся групп потребителей. Что и вызывает необходимость расширения номенклатуры различных видов потребительских товаров, в том числе (пожалуй, в первую очередь) автомобилей, ибо в США, с одной стороны, уже достигнут достаточно высокий уровень обеспеченности ими населения (на 1000 жителей приходится свыше 750 шт. массовых автомобилей — легковых и легких грузовых), с другой — состояние автомобильного рынка оказывает значительное влияние на общее экономическое положение страны.

И еще одно. Два—два с половиной десятилетия тому назад все продаваемые американским рынком автомобили можно было довольно четко разделить по размерам и функциональному назначению. Теперь и здесь наметились изменения. Ко всевозможным разновидностям легковых автомобилей добавились вместительные мини-вэны с приводом на передние колеса, которые по легкости управления и комфортабельно-

сти не отличаются от привычных легковых, но выполняют функции семейных транспортных средств, успешно конкурируя с большими седанами и универсалами. Кроме того, появились утилитарные автомобили с достаточно комфортабельными и вместительными кузовами (некоторые — с полным приводом), чей внешний образ символизирует "мускулистость" и "агрессивность", что часто импонирует преуспевающим деловым людям. Это то, что в России называют "внедорожниками" или "джипами". (Первое из данных названий представляется не совсем точным, так как не все они действительно приспособлены для работы в тяжелых условиях бездорожья: многие из них неполноприводные, без "вседорожных" колес и большого клиренса, очень редко оборудуются лебедкой. Относительно второго названия интересно отметить: слово "джип" — результат слитного прочтения английских букв "G" и "P", представляющих собой аббревиатуру слов "General Purpose", которые означают "широкое применение", "общее назначение", поэтому, очевидно, целесообразно рассматриваемую категорию автомобилей обозначать терминами "многоцелевые" или "общего назначения".)

Наряду с перечисленным постоянно растет число моделей, которые имеют набор разных, недавно казавшихся совсем не совместимыми свойств и функций: в них сочетаются характеристики комфортабельных седанов, утилитарных многоцелевых автомобилей и универсалов, вместительных мини-вэнов и хэтчбеков или даже грузовых пикапов, что и дало основания иногда относить их к новой категории — так называемых "смешанных" автомобилей. Примеры таких АТС: "Ауди Олрод", "Кадиллак Эскейлд", "Шевроле Эвеленч", "Понтиак Вайб", "Субару Аутбэк" и др. Они из-за своей многофункциональности, хотя и создают потребителям некоторые дополнительные сложности в ориентировании, значительно расширяют общие возможности выбора.

Несмотря на все отмеченное, основой номенклатуры продукции массового американского автомобильного рынка по-прежнему остаются легковые автомобили, хотя и число их продаж, и доля, занимаемая ими на рынке, постоянно сокращаются. Сегодня в их номенклатуру входят 116 базовых моделей, что на 20 шт. меньше, чем 10 лет тому назад. Особенно сократилось общее число моделей седанов. Изменился и состав легковых автомобилей по одному из основных параметров — габаритной длине, что хорошо видно из таблицы, где приведены распределения продававшихся в США моделей легковых автомобилей (без учета спортивных) за довольно продолжительный период времени.

Не вдаваясь в анализ причин рассмотренных изменений, отметим, что теперь на рынке почти нет ранее достаточно популярных субкомпактных, длиной менее

4,1 м моделей, а габаритная длина многих хорошо известных малых автомобилей за два прошедших десятилетия существенно увеличилась, в результате чего они по внутренним размерам пассажирского помещения вплотную приблизились к моделям среднего размера. Это, в первую очередь, "Хонда Сивик", "Тойота Королла", "Ниссан Сентра", "Шевроле Кавальер" и др.). С другой стороны, уменьшилась габаритная длина и сократилась номенклатура седанов большого размера, которые всегда были "визитной карточкой" рынка США. Например, из рыночной номенклатуры сегодня практически исключены седаны с габаритной длиной более 5,6 м, значительно (до семи) сократилось число моделей с габаритной длиной от 5,1 до 5,6 м, которые продолжают пользоваться спросом главным образом у пожилых людей с несколько консервативными взглядами ("Кадиллак Де Виль", "Линкольн Континенталь" и "Линкольн Таун Кар"), а модель "Форд Краун Виктория" использует очень развитая в стране патрульная полиция. Одновременно во всех категориях легковых автомобилей (особенно с небольшой габаритной длиной) наблюдается увеличение колесной базы. Это означает, что происходит сближение разных по размеру легковых автомобилей с точки зрения потенциальной возможности комфортного размещения пассажиров.

Модели, относящиеся к классу малых легковых автомобилей, классам средних и больших седанов, численно хотя и сокращаются, но пока продолжают суммарно сохраняться на уровне 95 наименований. В 2002 модельном году малый класс включает 28 самых разнообразных моделей с наиболее низкой (от 11 до 15 тыс. долл., в зависимости от комплектации) базовой ценой. Из их числа многими экспертами по совокупности всех свойств, установленных в результате соответствующих опросов и специальных испытаний, потребителям особенно рекомендуются "Хонда Сивик", "Тойота Эко", "Тойота Приус", "Мазда Протедж", "Ниссан Сентра", "Фольксваген Гольф", "Фольксваген Джетта". Также достаточно многочисленный класс средних (семейных) седанов охватывает наиболее покупаемые легковые автомобили и насчитывает 28 базовых моделей ценой преимущественно от 15 до 25 тыс. долл. Здесь, наряду с удерживающими длительное время титул чемпионов продажи, моделями "Хонда Аккорд", "Тойота Кемри" и "Форд Таурус", рекомендуются "Шевроле Импала", "Додж Интрепид", "Инфинити G20", "Мазда 626", "Меркури Сейбл", "Ниссан Максима" и "Ниссан Альтима". Среди моделей малого и среднего классов ведется интенсивное обновление продукции, постоянное улучшение всего комплекса их потребительских

свойств. Например, к 2001 модельному году выпущены новые поколения автомобилей "Тойота Кемри" и "Хонда Сивик", к 2002 г. — "Тойота Королла" и "Ниссан Альтима", признанная лучшим автомобилем года, а с осени начнется выпуск полностью обновленной "Хонды Аккорд".

В последнее время увеличивается число моделей, относящихся к категориям повышенной и высокой комфортабельности, что отражает растущий спрос на них. Сегодня к автомобилям таких категорий относятся 35 базовых моделей, а это составляет почти 30 % всей рыночной номенклатуры базовых легковых автомобилей. Они, как правило, оснащаются высокотехнологическим оборудованием, повышающим безопасность, управляемость и комфортабельность, их внешний образ и стиль оформления интерьера характеризуются высокой элегантностью. Из таких автомобилей, цена которых составляет от 30 до 55 тыс. долл., в отдельных случаях — до 70 тыс., многие эксперты рекомендуют БМВ-3S и БМВ-5S, "Крайслер 300М", "Лексус ES 300" и "Лексус IS 300", "Линкольн LS" и "Линкольн Таун Кар", "Мерседес-Бенц С" и "Мерседес-Бенц Е", СААБ 9-5.

На рынке США продаются 27 моделей хэтчбеков, созданных на базе легковых автомобилей малого и среднего классов. Среди них наиболее интересными эксперты считают модели "Акура RSX", "Хонда Сивик Si", "Мазда Протедж 5", "Фольксваген Гольф" и др.

Расширяется номенклатура спортивных автомобилей: в 2002 г. число чисто спортивных и "похожих на спортивные" моделей достигло 26. Все они отличаются повышенной мощностью двигателей, широкими шинами, жесткой подвеской, соответствующими внешним образом и оформлением интерьера; многие имеют двухместные кузова. Цена этих автомобилей колеблется в широких пределах: от 20—25 тыс. до 40—50 тыс. долл. и более. Причем самые дешевые из них — с кузовом "кабриолет".

Внешний образ "похожих на спортивные" действительно часто напоминает спортивные модели, преимущественно представляющие собой кузовную модификацию базовых легковых автомобилей малого и среднего классов со свойственным последним набором основных агрегатов. Как правило, они имеют мягкую складывающуюся крышу и двухдверный кузов, вмещающий четыре-пять человек.

В последнее время опять заметно расширяется номенклатура легковых автомобилей с кузовом "универсал", обладающих увеличенным помещением для багажа и способных вмещать до шести-семи человек. ("Опять" потому, что такие автомобили имели в США широкое распространение в 1950—1970-е годы, когда в стране интенсивно шел процесс заселения пригородных односемейных домов, а большинство семей владели тогда лишь одним автомобилем.) На рынке в настоящее время их насчитывается 28 моделей. Но по своим техническим параметрам, отделке интерьера и комфортабельности они больше напоминают спортивные автомобили, что делает престижным пользование ими даже для преуспевающих деловых людей. Цены — от 15 до 50 тыс. долл. Экспертами особенно

Группы по габаритной длине, м	Доля, %, моделей в общем модельном ряду по годам				
	1960	1970	1980	1990	2000
До 4,1	—	11	5	1	—
4,1—4,6	13	9	29	38	38
4,6—5,1	29	24	34	48	54
5,1—5,6	51	45	23	8	7
Более 5,6	7	22	3	1	—

рекомендуются БМВ 528i, "Форд Таурус", "Мазда Протедж 5", "Субару Аутбук", "Вольво V40".

Несколько сократился спрос, а также рыночная номенклатура мини-вэнов: она сегодня насчитывает всего 16 моделей. Поставляют их фирмы "большой тройки", которые первыми освоили эту продукцию, и основные японские фирмы.

Все мини-вэны, как правило, имеют три ряда сидений, второй и третий из которых часто бывают легко-съемными, что позволяет использовать такие автомобили для перевозки крупногабаритных предметов, а также видеосистемы, особенно необходимые при длительных поездках с детьми. Цены — от 20 до 30 тыс. долл., а рекомендуемыми моделями признаны "Крайслер Таун энд Кантри", "Додж Караван", "Хонда Одиссей", "Мазда MPV", "Тойота Сиенна".

Наиболее развивающимся в США направлением стали, судя по рынку, многоцелевые автомобили, впервые появившиеся лишь в 1980-е годы. Сегодня их уже 54 модели, 50 из которых — базовые. Основное преимущество многоцелевых АТС перед другими типами массовых автомобилей — более высокий уровень безопасности при движении по скользким и заснеженным дорогам.

Среди таких АТС многоцелевого назначения сложились несколько групп: 17 моделей сравнительно легких полно- и неполноприводных, создаваемых на базе агрегатов легковых автомобилей, но имеющих несущее основание кузова, улучшенную отделку интерьера, широкий набор дополнительного оборудования и т. п.; 26 моделей средних по размерам полноприводных (их называют обычными многоцелевыми автомобилями), обладающих рамным шасси, кузовом с увеличенными внутренними размерами, часто с тремя рядами сидений, оборудуемых двигателями увеличенных размерности и мощности, способных легко буксировать небольшой прицеп (для перевозки моторной лодки, скутера, снегохода и т. п.); 11 моделей больших и тяжелых автомобилей, с восьмицилиндровыми двигателями мощностью от 170 до 280 кВт (от 230 до 380 л. с.), которые могут буксировать тяжелые прицепы. Цены автомобилей первой группы — 18—25 тыс. долл. ("Форд Эскейл", "Хонда CR-V", "Мазда Трибьют", "Понтиак

Ацтек", "Тойота RAV4" и др.), но встречаются и более дорогие (ценой до 60 тыс. долл.) высококомфортабельные модели (например, "Акура MDX", БМВ X5, "Лексус RX300"); цены автомобилей второй группы — от 20 до 35 тыс. долл., наиболее популярными считаются "Шевроле Блейзер", "Додж Дюранго", "Форд Эксплорер", джипы "Гранд Чероки" и "Либерти", "Ленд Ровер", "Ниссан Пэсфиндер", "Тойота 4-раннер"; цены автомобилей третьей группы — от 35 до 50 тыс. долл., наиболее популярны "Кадиллак Эскалейд", "Шевроле Сабурбан", "Форд Экскершн", "Форд Экспедишн", "Линкольн Навигатор".

Большое распространение в США как индивидуальное пассажирское автотранспортное средство в последнее время получили компактные, небольших размеров пикапы, имеющие достаточно комфортабельные пассажирские кабины. При их создании широко используются основные агрегаты и даже некоторые панели внешнего оформления легковых автомобилей; по легкости управления они, по существу, не уступают последним и имеют практически одинаковые с ними динамические характеристики.

На рынок сейчас поставляются восемь моделей таких АТС. Это "Шевроле S-10", "Додж Дакота", "Форд Рейнджер", "Мазда В", "Ниссан Фронтьер", "Тойота Такома" и некоторые другие. Их цены — от 12 до 22 тыс. долл.

Еще восемь аналогичных моделей — пикапы полноразмерные, многие из которых стали базой для создания названных выше тяжелых многоцелевых автомобилей.

Некоторые модификации полноразмерных пикапов имеют четырехдверную кабину с двумя рядами сидений и зачастую не отличаются по комфортабельности от легковых автомобилей, представляя собой сочетание вполне удобного семейного седана с закрывающимся, в случае необходимости, специальной крышкой небольшим грузовым кузовом, в котором удобно перевозить громоздкое туристское и спортивное оборудование. Такие автомобили могут также буксировать достаточно тяжелые прицепы (моторный катер, передвижной домик и т. п.). Их цены — от 17 до 35 тыс. долл., но одна модель, "Линкольн Глеквуд", оценивается в 50 тыс.

Коротко о разном



"Фольксваген" в переводе с немецкого, как известно, означает "народный автомобиль". Поначалу продукция фирмы вполне соответствовала этому названию. Но затем — все меньше и меньше, особенно из-за ее крена в сторону выпуска престижных седанов (например, проект "Мерседес-Бенц S-класса" и "БМВ 7-й серии"). Однако в последнее время, кажется, "Фольксваген" восстанавливает "доброе имя" марки выпуском автомобиля, который стоит не дороже 6 тыс.

долл. Этот самый дешевый и самый маленький автомобиль назван "Triple-null" ("тройной ноль"). Тем не менее секрет дешевизны заключается в другом. Производят мини-автомобиль на заводе "Шанхай Фольксваген" в Китае, где заработная плата в 18 раз ниже, чем в Германии. То есть обеспечивается более чем существенная экономия. На естественный же вопрос, поддерживают ли китайские рабочие тот высокий уровень производства, который установлен в европейских стра-

нах, руководство фирмы отвечает утвердительно, потому что технически автомобиль не представляет собой ничего революционного. Так, в качестве базовой платформы выбрана модель RQ24, которая была применена для хэтчбека "Шкода Фабия". В дальнейшей работе возможны два варианта: короткий однообъемный автомобиль, предназначенный главным образом для стран Европы, и более вместительный (3,5-литровый) — для Китая и стран "третьего мира". Но в любом случае обеспечивается максимальный комфорт для пассажиров.

Любопытные факты приведены в "Зеленой книге" (2001 г.), ежегодно выпускаемой в США. Например, перечислены марки автомобилей, практически не загрязняющих атмосферу. Причем из 13 самых безопасных для окружающей среды автомобилей десять работают на бензине, среди них — модели, доступные рядовому потребителю по цене, но в то же время не слишком уступающие моделям других марок по скорости, экономичности и т. д. При этом наряду с легковыми среди "зеленых" автомобилей года много пи-

капов и внедорожников (мод. "Джи-Эм-Си Сьерра С3", "K1500" производства "Дженерал Моторс" и др.).

Французская фирма "Рено" — первый автопроизводитель, автомобиль которого получил высший балл — "пять звезд" — в соревновании на пассивную безопасность по программе "Евро-НКАП", включающей имитации лобового столкновения, удара в борт, а также наезда на пешехода. Этот автомобиль — модель "Рено Лагуна" второго поколения. В ее базовую комплектацию входят подушки безопасности для водителя и переднего пассажира, боковые подушки и надувные "занавески", ремни с преднатяжителями и ограничителями усилия.

Совместное создание общей платформы для автомобилей среднего класса — второй проект фирм "Рено" и "Ниссан" (в 1999 г. они разработали платформу для автомобилей малого класса). По мнению специалистов фирм, это дает значительный экономический эффект. Так, в 2000 г. их общий объем продаж составил 5 млн. шт., т. е. 8,9 % мирового рынка автомобилей.

Внимание!

Новый адрес электронной почты редакции журнала "Автомобильная промышленность":
avtoprom@mashin.ru

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Пашков В. И. — Автомобильная промышленность России в первом полугодии 2002 г. 1
Пронин Е. Н. — Природный газ на международных автоперевозках. Проект "Голубой коридор" 3
АСМ-факты 6

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

- Дмитриев В. В. — Четырехосные автомобили "Урал" 8
Кузнецов Е. В. — Параметры дизеля и его характеристики 11
Рудой Б. П., Вахитов Ю. Р., Ениксеев Р. Д. — Улучшение эффективных показателей и снижение шума выхлопа четырехтактного ДВС. 16
Макарян Р. Г. — "Неклассические" случаи криволинейного движения автомобиля 19
Барыкин А. Ю. — Безразмерная характеристика автоматического дифференциала. 20
Читатель предлагает
Геллер С. В. — Энергосиловая установка с рекуперативным контуром 22

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

- Кутовой С. С. — Функциональные тренажеры дискретной деятельности. Теория и опыт разработки 24

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

- Демьянушко И. В., Есеновский-Лашков Ю. К., Вахромеев А. М. — Литые алюминиевые колеса для легковых автомобилей: проектирование, изготовление, контроль качества 29
Павловский В. А. — Переработка автомобильных катализаторов 31
Муллагулов М. Х., Валеев В. Ш., Васильев В. В., Мусалимов И. Х. — Устройство для закрепления тонкостенных цилиндров при обработке их внутренней поверхности. 34

ИНФОРМАЦИЯ

- В Ассоциации автомобильных инженеров
XXXVIII научно-техническая конференция ААИ 35
За рубежом
Эткин Д. М. — Массовый американский автомобильный рынок в 2002 г. 36
Коротко о разном 38
Памяти В. Н. Луканина 40

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, Н. Н. Волосов, В. В. Герасимов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Карунин, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), Ю. А. Купеев, Э. Н. Никульников, В. И. Пашков, С. И. Попова (ведущий редактор), А. М. Сереженкин, Н. Т. Сорокин, Г. А. Суворов, А. И. Титков, С. В. Ушаков, Н. Н. Яценко

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), Л. Г. Красневский (зам. председателя), П. Л. Мариев, А. Г. Палагин, А. П. Ракомсин, К. И. Ремишевский, И. С. Сазонов, В. Е. Чвялев

Ордена Трудового Красного Знамени

ФГУП «Издательство "Машиностроение"»

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор Л. Е. Соношкина

Сдано в набор 05.07.2002. Подписано в печать 14.08.2002.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Усл.-кр. отт. 11,76. Уч.-изд. л. 6,88. Зак. 993.

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромьинский пер., 4, комн. 210 и 214

Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97

E-mail: avtoprom@mail.ru; avtoprom@mashin.ru

Отпечатано в Подольской типографии
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ
по печати, 142100, г. Подольск, ул. Кирова, 25

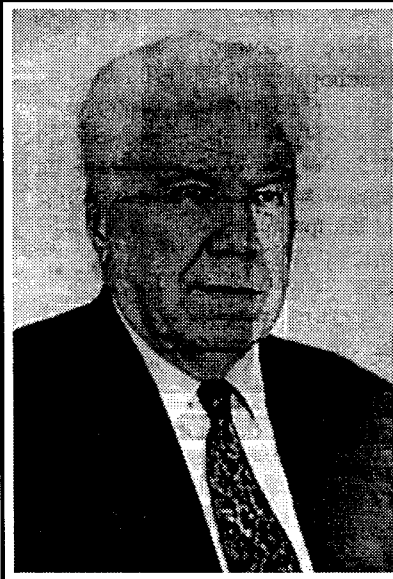
Памяти В. Н. ЛУКАНИНА

После тяжелой и продолжительной болезни скончался **Валентин Николаевич Луканин** — человек, вся жизнь которого была связана с автомобилестроением и одним из ведущих его центров — Московским автодорожным институтом, МАДИ (ГТУ).

Восемнадцатилетним, окончив в 1949 г. с золотой медалью среднюю школу в г. Орехово-Зуево Московской обл., пришел он в этот вуз в качестве студента, а блестяще, с "красным" дипломом, окончив его в 1954 г., прошел здесь путь от аспиранта, преподавателя до ректора, доктора технических наук и члена-корреспондента РАН.

Валентин Николаевич был выдающимся ученым, проложившим многие новые пути в неизведанное. Особенно значим его вклад в дело решения многочисленных проблем отечественного автотранспортного комплекса. И прежде всего — проблем улучшения экономико-мощностных и экологических характеристик автомобильных двигателей, повышения их надежности, долговечности, адаптации к меняющейся структуре топливно-энергетического баланса страны, уменьшения вредного воздействия на человека и среду его обитания. Итогом проведенных им исследований стало новое научное направление, связанное с экологией не только ДВС, но и автомобильного транспорта в целом: он сумел свести в одно целое двигатели, транспортные средства, создаваемые ими шумовые загрязнения среды, региональные транспортные потоки и т. д. Например, с цифрами в руках доказал, что в результате взаимодействия множества автомобильных ДВС с окружающей средой при определенных условиях может наступить такой уровень ее насыщения отработавшими газами, превышение которого означает экологическую катастрофу.

Сделанные В. Н. Луканиным выводы и рекомендации стали достоянием как специалистов, так и общественности: они опубликованы в 350 печатных работах, в том числе 16 монографиях. Специалистам данные публикации позволили и позволяют разрабатывать новые, отличающиеся повышенной экологической чистотой образцы автомобильной техники, а потребителям этой техники — психологически настроиться на борьбу за сохранение ее исходных качеств в процессе эксплуатации. Поэтому было вполне естественно, что, разработав государственную программу "Экологически чистый автомобиль", пра-



вительство ее руководителем назначило именно В. Н. Луканина. Как и то, что он долгие годы был членом комитета по государственным премиям при правительстве РФ, а также членом ВАК Российской АН.

Валентин Николаевич был талантливым педагогом и воспитателем, умным и умелым организатором науки. Так, на основе его трехтомного учебника "Двигатели внутреннего сгорания" был разработан компьютерный учебник — комплекс, который стал новым словом в организации процесса подготовки студентов, будущих автомобильных инженеров. Группа создателей комплекса получила премию правительства РФ — факт, который говорит о многом.

Под руководством профессора Луканина выросло поколение ученых, насчитывающее семь докторов и более 50 кандидатов технических наук, а возглавляемый им МАДИ стал широко известной в России, других странах СНГ и в мире учебной и научной организацией. Об этом также свидетельствуют факты: В. Н. Луканин был избран действительным членом и вице-президентом Российской академии транспорта, действительным членом Международной академии наук высшей школы, Международной академии информатизации, почетным доктором Национального инженерного университета Перу и Высшего политехнического института Кубы, президентом Международной ассоциации автомобильно-дорожного образования.

В. Н. Луканин — ученый, умевший свои теоретические выводы внедрять в практику. Одно только то, что он разработал промышленные образцы двигателей, работающих на сжатом природном газе, навсегда вписало его имя в историю развития мирового автомобилестроения. Это признано научной общественностью, специалистами автозаводов и ведущих автомобилестроительных фирм. Признано и государством, удостоившим его орденов "За заслуги перед Отечеством", Дружбы народов, многих медалей, звания "Почетный работник образования Российской Федерации".

Светлая память о глубоко порядочном человеке, выдающемся ученом и педагоге Валентине Николаевиче Луканине навсегда сохранится в памяти и сердцах всех, кто его знал по его делам. В том числе и читателей журнала "АП", постоянным автором которого он оставался в течение многих лет.

★ Впервые
в автомобильном
электрооборудовании!

Лаборатория перспективных разработок МГТУ "МАМИ"

открыла новую тему:

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

Системы нового типа обладают повышенной
НАДЕЖНОСТЬЮ И ПОЗВОЛЯЮТ:

- › резко уменьшить напряжение пробоя искрового промежутка свечи;
- › обеспечить более полное сгорание топлива и меньшую токсичность отработавших газов;
- › упростить конструкцию и технологию изготовления катушек зажигания за счет применения ферритового магнитопровода вместо сердечника из электротехнической стали;
- › снизить расход обмоточного провода.

**Приглашаем всех заинтересованных лиц, организации и фирмы
к сотрудничеству по данной разработке.**

105839, Москва, ул. Б. Семеновская, 38
МГТУ "МАМИ", Лаборатория перспективных разработок
Тел. (095) 369-95-08

ОРГАНИЗАТОРЫ:



Ассоциация предприятий
промышленности и транспорта
"АСИПРОМТРАНС"

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства транспорта РФ
Министерства путей сообщения РФ
Министерства промышленности,
науки и технологий РФ
Торгово-промышленной палаты РФ

ТРАНСПОРТНЫЙ ФОРУМ В «СОКОЛЬНИКАХ»

www.promtrans.ru

18 - 22 ФЕВРАЛЯ 2003
МОСКВА, КВЦ «СОКОЛЬНИКИ»

ВЫСТАВКИ ТРАНСПОРТНОГО ФОРУМА:

PROTRANEX



ПРОМТРАНС
6-я Международная
специализированная
выставка спецтехники
для различных областей
промышленности;
материалов,
оборудования и
технологий для ее
создания

CITRANEX



СИТИТРАНСЭКСПО
2-я Международная
специализированная
выставка городского
транспорта,
техобслуживания и
ремонта

ТРЕЙЛЕР



Международная
специализированная
выставка прицепной
техники

АВТОФУРГОНЫ



Международная
специализированная
выставка
автомобильных
фургонов и
дополнительного
оборудования

RAILTRANEX



Международная
специализированная
выставка транспорта,
оборудования и услуг
для железной дороги

Одновременно пройдет выставка **АВТОТЕХЭКСПО/АТЕХ**

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ТРАНСПОРТНОМ ФОРУМЕ!

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ОРГАНИЗАТОР КОНКУРСОВ:



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



expoDESIGN.ru

Генеральный застройщик КВЦ «Сокольники»
Тел/факс: (095) 269-5644, 268-0838

Россия, 107113, Москва, Сокольнический вал, 1, павильон 4. Тел/факс: (095) 268-8208, 105-3442, 268-9584, e-mail: aks@exposokol.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Индекс 70003

ISSN 0005-2337. Автомобильная промышленность. 2002. № 9. 1-40